

PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

Madrid, mayo 2023

GARCIA GALIANO ALEJANDRO - 47305899M

Firmado digitalmente por GARCIA GALIANO ALEJANDRO - 47305899M
Fecha: 2023.08.28 09:35:29 +02'00'

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
COIIM - MADRID
Nº VISADO 202303893
FECHA DE VISADO 28/08/2023
VISADO
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA
COLEGIADO/A Nº: NOMBRE
18428 COIIM ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

DOCUMENTO 1 MEMORIA

ANEXOS

1. CÁLCULOS CIVILES
2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS
3. CÁLCULOS ENERGÉTICOS
4. MÓDULO FOTOVOLTAICO
5. ESTRUCTURA
6. INVERSOR
7. TRANSFORMADOR
8. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN
9. CABLES
10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
11. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
12. ANEJO AMBIENTAL
13. PERMISO DE ACCESO Y CONEXIÓN
14. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS
15. DESMANTELAMIENTO

DOCUMENTO 2 PLANOS

DOCUMENTO 3 PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 5 PRESUPUESTO

PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

Memoria Descriptiva

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 6802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1. Antecedentes 3
2. Objeto y Alcance 3
3. Descripción del proyecto 4
4. Normativa de aplicación 5
4.1. Electricidad 5
4.2. Obra civil y estructuras 6
4.3. Seguridad y Salud 7
4.4. Impacto ambiental y contaminación atmosférica 8
4.5. Seguridad contra incendios 9
4.6. Otras 9
5. Configuración y potencia instalada 11
5.1. Parque eólico 11
5.2. Módulo de Generación Fotovoltaico 11
6. Subestación de evacuación 11
6.1. Configuración de media tensión 11
6.2. Protección, control y medida de facturación 11
7. Justificación de la implantación 12
7.1. Razones de justificación de la implantación del parque 12
7.2. Criterios de situación de la implantación 12
8. Descripción de la instalación 12
8.1. Descripción de la instalación fotovoltaica 12
8.1.1 Situación y emplazamiento 14
8.1.2 Descripción de la poligonal 15
8.1.3 Descripción de la poligonal de Zonas y Recintos 16
8.1.4 Accesos. 18
8.1.5 Recurso solar 19
8.1.6 Panel fotovoltaico 20
8.1.7 Estructura 21
8.1.8 Inversor 22
8.1.9 Centro de transformación 23
8.1.10 Optimización de distancia entre estructuras y estudio de sombras 24
8.1.11 Configuración de diseño adaptada 25
8.1.12 Producción de energía 27
8.2. Descripción de la RSMT y la red de evacuación 28
8.2.1 Potencia a transportar 28

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.2.2 Trazado de la línea de evacuación 28
8.2.3 Sección de la línea subterránea 29
9. Adecuación al Plan Urbanístico vigente 30
10. Obra civil 34
10.1. Movimiento de tierras 34
10.1.1. Limpieza y desbroce 35
10.1.2. Excavación 35
10.1.3. Relleno 35
10.2. Vallado 36
10.3. Pantalla vegetal 38
10.4. Viales de acceso 38
10.5. Red de viales del parque 38
10.6. Hidrología y drenaje 39
10.7. Zanjas y canalizaciones 40
10.8. Hincado de estructura 42
10.9. Edificaciones previstas 43
10.9.1 Edificio multiusos 43
10.9.2 Punto limpio 43
10.10. Cimentaciones 44
10.10.1 Centros de transformación 44
10.10.2 Edificaciones 44
10.10.3 Báculos 45
10.11. Zonas de acopio e instalaciones provisionales 45
10.12. Resumen de superficies ocupadas 46
10.13. Restauración ambiental 47
11. Infraestructura eléctrica 47
11.1. Cableado solar en corriente continua 48
11.2. Cajas de agrupación o string 48
11.3. Cableado de baja tensión en corriente continua 48
11.4. Cableado de corriente alterna de baja tensión 48
11.5. Transformador de baja a media tensión 50
11.6. Transformador de servicios auxiliares 50
11.7. Celdas de media tensión 50
11.8. Cableado de corriente alterna en media tensión 51
11.9. Sistema de puesta a tierra 51
11.10. Protección contra descargas atmosféricas 53
12. Sistemas de monitorización y control 54
12.1. SCADA 55

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

12.2. Controlador de planta (PPC) 56
12.3. Estación meteorológica 56
12.4. Estación de medida de suciedad 57
12.5. Comunicaciones de fibra óptica 58
12.6. Comunicaciones RS-485 59
12.7. Comunicaciones Ethernet 59
12.8. Sistemas de control Coordinados PE y PFV 59
13. Sistema de seguridad (CCTV) 59
13.1. Cámara térmica 61
13.2. Cámara domo 61
13.3. Báculos 61
13.4. Rack de servidores 61
14. Protección contra incendios (PCI) 61
14.1. Medidas preventivas 61
14.2. Medidas para disminuir el riesgo de incendio 62
15. Seguridad y Salud 64
16. Gestión de Residuos 64
17. Descripción de servicios existentes y afecciones a terceros 65
17.1. Relación de separatas 66
18. Relación de bienes y derechos afectados 66
19. Relación de municipios afectados 67
20. Plazo de ejecución de los trabajos 68
21. Presupuesto 68
22. Conclusión 68

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. Antecedentes

DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L.U con CIF B-88305057 y domicilio social Calle Serrano, 76, 7º D, 28006 Madrid, es una sociedad perteneciente al Grupo Forestalia.

Grupo Forestalia es un Grupo Aragonés dedicado al desarrollo de proyectos de energías renovables, desde una óptica integral que abarca toda la cadena de valor del proceso, desde el diseño y promoción de las instalaciones, pasando por la construcción, operación y mantenimiento de las mismas, hasta la generación y venta de energía eléctrica. Incorporando, desde su concepción, criterios medioambientales sociales y de gobernanza.

La actividad del Grupo contribuye sustancialmente al objetivo medioambiental de mitigación del cambio climático, estando alineado con los objetivos del Plan Nacional de Energía y Clima 2021-2030 que plantea, para el horizonte 2030, una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de, al menos, un 23% respecto a 1990; conseguir que la producción de energías renovables representen un 74% de la producción de energía y que el 42% del uso final de la energía proceda de energías renovables.

DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L es la empresa promotora del Parque Eólico Azafrán II de 7,42 MW ubicado en los términos municipales de Azuara y Almonacid de la Cuba. Dicho proyecto dispone de punto de conexión concedido a la red de distribución SET Fuendetodos 220 kV, así como Declaración de Impacto Ambiental favorable Expediente INAGA (Número de Expediente: 500806/01/2022/07697) y Autorización Administrativa Previa y de Construcción expediente G-Z-2022-009—IP-PC-0142/2021.

El Real Decreto 23/2020, de 23 de junio, ha establecido la posibilidad de realizar proyectos de hibridación de las instalaciones de generación lo que contribuye a la reducción de costes y la optimización de la evacuación de energía, logrando un mayor aprovechamiento de la red existente, una mejor utilización del recurso renovable y unas mayores sinergias ambientales.

Con esta finalidad DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L.U promueve el desarrollo de un módulo de tecnología fotovoltaica para su hibridación con el Parque Eólico Azafrán II.

2. Objeto y Alcance

El presente documento se elabora para describir el proyecto técnico de un módulo fotovoltaico diseñado para la hibridación del proyecto del Parque Eólico Azafrán II, con objeto de proceder a su tramitación administrativa para obtener su autorización. El módulo fotovoltaico está ubicado en el término municipal de Azuara, provincia de Zaragoza.

La instalación híbrida tendrá un total de 13,97 MW instalados, de los cuales 7,42 MW corresponden al módulo eólico inicial y 6,55 MWinv (7,22 MWp / 6,55 MW en inversores) corresponderán al módulo fotovoltaico, objeto de este documento y en adelante “El proyecto”. Estas dos tecnologías generan energía totalmente renovable permitiendo optimizar la capacidad de evacuación y mejorar la calidad y estabilidad del suministro.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Con fecha 5 de julio de 2023, el promotor solicitó la actualización de los datos de acceso y conexión al Gestor de Red, habiendo depositado la pertinente garantía para el proyecto de generación de energía.

Tal y como se detalla en el Art. 3.13 de la Ley 24/2013 La tramitación del proyecto se realiza ante el órgano sustantivo comunitario, en este caso la Dirección General de Energía y Minas de Aragón, ya que la suma total de las potencias de los módulos de generación de energía renovable (eólica y fotovoltaica) no supera los 50 MW de potencia instalada, no se ha dado ningún incremento significativo en la potencia de la instalación (no se ha producido incremento ninguno) y la implantación no cruza fronteras intercomunitarias.

El presente documento tiene como objetivo:

- La presentación del Proyecto para la evaluación y posterior obtención de la Autorización Administrativa, así como la correspondiente Licencia Urbanística, según lo establecido, en la normativa aplicable.

- Informar al Ayuntamiento correspondiente de la obra civil y electromecánica que se pretende realizar para el Proyecto, así como solicitar la correspondiente licencia de obras.

- Servir de base para la contratación de las obras e instalaciones, considerando siempre que el diseño del Proyecto es acorde a la reglamentación vigente aplicable.

3. Descripción del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el término municipal de Azuara, provincia de Zaragoza. Los aerogeneradores y parte del trazado de la media tensión y la Subestación Eléctrica SET Las Majas, a la que evacúa la energía producida, se instalarán en el término municipal de Azuara. Tanto el módulo eólico como la Subestación Eléctrica SET Las Majas, son objeto de otro Proyecto.

La energía solar fotovoltaica se producirá mediante la instalación de paneles fotovoltaicos montados sobre estructuras denominadas seguidores solares. Estos paneles generan energía eléctrica a partir de la energía aportada por la radiación solar que incide sobre ellos. Esta energía eléctrica en corriente continua, es transformada en corriente alterna y elevada en tensión en los centros de transformación. Por último, la energía es evacuada mediante circuitos de media tensión (MT) que parten de los centros de transformación hasta las celdas de la subestación.

A continuación, se incluyen los datos de la Instalación Híbrida Azafrán II:

Tabla 1: Resumen del módulo de generación fotovoltaico Azafrán II.

MÓDULO FOTOVOLTAICO AZAFRAN II	
Datos generales	
Promotor	DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L.U
Término municipal del módulo fotovoltaico	Azuara

Potencia máxima inversores (a 30ºC)	6,55 MVA
Potencia total paneles fotovoltaicos	7.215 kWp
Potencia instalada (1)	6,55 MWins
Superficie vallada del PFV	16,23 ha

(1) Definida según art. 3 del Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos y cumpliendo la disposición adicional primera del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Tabla 2: Resumen del módulo eólico Azafrán II.

MÓDULO EÓLICO AZAFRAN II	
Datos generales	
Promotor	DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L.U
Término municipal del módulo eólico	Azuara, Almonacid de la Cuba
Potencia instalada	7,42 MW

4. Normativa de aplicación

4.1. Electricidad

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red establecidas por el IDAE en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PCT-C.-Julio 2011).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden IET/2735/2015, de 17 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2016 y se aprueban determinadas instalaciones tipo y parámetros retributivos de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden ETU/130/2017, de 17 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al semiperiodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2017.

4.2. Obra civil y estructuras

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.3-IC: "Rehabilitación de firmes", de la Instrucción de carreteras.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado (Instrucción 8.3- IC Señalización de obra).
- Recomendaciones para el diseño de intersecciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- AASHTO guide for design of pavement structures. American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.
- Norma 6.1 IC: Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento. Gobierno de España, 2003.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75), según Orden del Ministerio de Obras Públicas, de 2 de julio de 1976.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

4.3. Seguridad y Salud

- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 899/2015, de 9 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción, y sus posteriores modificaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.
- Convenio Colectivo de la Construcción.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

4.4. Impacto ambiental y contaminación atmosférica

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Ley 7/2006, de 22 de junio, de Protección Ambiental de Aragón.
- Ley 11/2014 de 4 de diciembre. Comunidad Autónoma de Aragón (Prevención y Protección Ambiental).
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.

4.5. Seguridad contra incendios

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- (BOE N. 74 DE 28/3/2006) y sus exigencias básicas.
- Reglas Técnicas CEPREVEN.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

4.6. Otras

- Decreto Legislativo 1/2010, de 18/05/2010, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Real Decreto Ley 15/2018 de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto Ley 1/2019 medidas urgentes para adecuar las competencias de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia a las exigencias derivadas del derecho comunitario en relación a las Directivas 2009/72/CE y 2009/73/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y del gas natural.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica
- Plan General de ordenación urbana (P.G.O.U.) de Zaragoza.
- Reglamento de Suelo Rústico (Decreto 242/2004)
- Ordenanzas Municipales de Zaragoza.
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5. Configuración y potencia instalada

5.1. Parque eólico

El parque eólico tiene una potencia total del parque de 7,42 MW. La evacuación de la energía generada por el aerogenerador será realizada mediante los centros de transformación del aerogenerador elevando la tensión generada a 30 kV y evacuándola mediante una línea de evacuación subterránea a 30 kV hasta la subestación.

5.2. Módulo de Generación Fotovoltaico.

La planta fotovoltaica estará formada por un conjunto de 11.100 módulos de 650 Wp instalados en estructuras seguidoras en una configuración 1V x 60/30, y cada string estará formado por un total de 30 módulos. Habrá 4 inversores, de 1.637 kVA de potencia unitaria, y la Power Station elevará la tensión de 630 V a 30 kV para su evacuación.

La potencia total de los módulos fotovoltaicos será de 7,22 MWp y la potencia máxima en inversores será de 6,55 MWn, siendo la potencia instalada de 6,55 MWins.

6. Subestación de evacuación

6.1. Configuración de media tensión

La subestación recolectará la energía generada por el parque eólico y el módulo de generación fotovoltaico de AZAFRÁN II, así como la energía generada por otras instalaciones de origen renovable.

Esta energía se transportará mediante líneas subterráneas tanto desde el PE como desde el módulo de generación fotovoltaico.

A su llegada a la subestación LAS MAJAS, dichos circuitos se conectarán a las celdas de media tensión correspondientes, donde se elevará la tensión de 30 a 220 kV mediante transformadores, siendo un circuito el correspondiente al módulo de generación fotovoltaico de AZAFRÁN II.

6.2. Protección, control y medida de facturación

Tal y como se ha comentado, los circuitos provenientes del PE y módulo de generación fotovoltaico llegarán a sus respectivas celdas en la subestación.

La medida de la energía se realizará de dos maneras:

- De manera individual para el parque eólico y para el módulo de generación fotovoltaico.
- De manera conjunta aguas arriba de estos.

Al tratarse de una hibridación de diferentes generadores de energía, se contabiliza tanto de manera individual como conjunta dicha generación para tener controladas ambas plantas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

7. Justificación de la implantación

7.1. Razones de justificación de la implantación del parque

Las crecientes necesidades de energía, la mayor preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y la calidad de vida, obligan a investigar nuevas fuentes de energía limpias y renovables que contribuyan a una oferta energética sólida, diversificada y eficaz con garantías de abastecimiento y sin connotaciones negativas. La energía proporcionada por el sol resulta ser una vía alternativa a las fuentes convencionales. Se utilizan para este fin las más recientes tecnologías desarrolladas, siempre bajo el criterio de un máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

El presente proyecto se inscribe dentro de un marco de actuación global de energías renovables en esta zona estimada de interés desde el punto de vista solar ya que el estudio del potencial solar de ésta y las medidas llevadas a cabo así lo garantizan.

7.2. Criterios de situación de la implantación

El emplazamiento del proyecto parece constituir un excelente lugar para la explotación comercial de la energía solar, y cumple con los requisitos normativos para las instalaciones híbridas de producción energética (RD 1955/2000 Anexo II y en el RD 1183/2020).

Los criterios en los que se basa la definición del potencial solar de un emplazamiento son:

- Orientación respecto al Sol.
- Facilidad de accesos hacia y en el emplazamiento.
- Tipología del terreno.
- Ausencia de valles u obstáculos similares alrededor.
- Condiciones climáticas y térmicas adecuadas.

En este caso, se trata de terrenos con escasa vegetación o cultivo y bien orientados respecto a la trayectoria solar.

Estos criterios han sido confirmados por software de simulación (PVSyst) que asegura la existencia de una radiación suficientemente buena para la explotación del módulo de generación.

Adicionalmente, para cumplir con la normativa referida y la autorización del Gestor de Red, la instalación debe seguir considerándose la misma desde el punto de vista de acceso y conexión. Para ello, el centro de la instalación no debe desplazarse más de 10 km con respecto al centro de la instalación original. En este caso, la instalación original es el Parque Eólico AZAFRÁN II mientras que el nuevo centro es el que se obtiene del nuevo polígono que engloba tanto el vallado fotovoltaico como los aerogeneradores.

8. Descripción de la instalación

8.1. Descripción de la instalación fotovoltaica

El Proyecto consiste en módulo de generación fotovoltaico, en el que se produce energía cuando la radiación solar incide sobre los paneles que lo componen, generando así una corriente continua.

Los paneles fotovoltaicos que están colocados sobre una estructura están eléctricamente conectados en series entre sí (conocidos como strings), y posteriormente estas series (o strings) se conectan en paralelo en las cajas de string (también conocidas como combiner box y por sus siglas en inglés CB).

Desde las cajas de string se llevan los circuitos de baja tensión (BT) de corriente continua (CC) hasta la entregada de CC el inversor, en el que a través de electrónica de potencia se convierte la CC en corriente alterna (CA o AC). La salida en CA del inversor está eléctricamente conectada con el transformador elevador del centro de transformación para elevar la tensión de salida del inversor hasta el nivel de media tensión (MT) en CA del módulo de generación fotovoltaico.

El centro de transformación se completa con las celdas necesarias para disponer de las protecciones necesarias para evacuar la energía en condiciones de seguridad del centro de transformación hasta la subestación del módulo de generación fotovoltaico.

Además de los componentes principales, la instalación contará con una serie de componentes estándar (sistema de monitorización, sistema de seguridad, sistema anti-incendios, etc.) que serán definidos en una fase posterior del proyecto.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general manual que permite aislar eléctricamente la instalación fotovoltaica del resto de la red eléctrica. De cualquier modo, las características principales de los equipos, cableado y protecciones se especificarán a lo largo del presente documento.

La instalación incorpora todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

La potencia total instalada en el módulo de generación fotovoltaico quedará como sigue:

- Potencia CC: La potencia en corriente continua es la potencia en paneles fotovoltaicos y será: Pcc= 11.100 paneles x 650 Wp/Panel, cuyo valor se muestra en la **Tabla 12: Características módulo de generación fotovoltaico II.**

- Potencia entregada en el punto de conexión, conforme al IVA (Informe de viabilidad de acceso) emitido por el operador del sistema eléctrico cuyo valor se muestra en la **Tabla 12: Características módulo de generación fotovoltaico II**. Es la máxima potencia activa que se puede entregar en el punto de conexión.

- Potencia AC: La potencia instalada en corriente alterna es la suma de la potencia máxima de cada inversor y que corresponderá a la potencia instalada según el RD 1183/2020 y que viene dada en KVA Pac= (4 inversores x 1.637 kVA/Inversor) = 6.548 kVA, cuyo valor se muestra en la **Tabla 12: Características módulo de generación fotovoltaico II.**

MÓDULO FOTOVOLTAICO AZAFRAN II
Datos generales

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Promotor	DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L.U
Término municipal del módulo fotovoltaico	Azuara
Potencia máxima inversores (a 30ºC)	6,55 MVA
Potencia total paneles fotovoltaicos	7.215 kWp
Potencia instalada (1)	6,55 MWins
Superficie vallada del PFV	16,23 ha

La potencia instalada cumple los requisitos de la orden TED/749/2020 de 16 de Julio publicada el 1 de agosto para paneles del tipo D para la que se establece la relación Q/P = 0.4 disponiendo los paneles de capacidad de generar o absorber potencia reactiva dentro de los límites marcados por la citada orden.

El sistema de control del proyecto limita la energía activa generada de forma que en ningún momento sobrepase los MW autorizados, como se muestra en la **Tabla 12: Características módulo de generación fotovoltaico II**.

8.1.1 Situación y emplazamiento

El proyecto está ubicado en los términos municipales de Azuara, provincia de Zaragoza, en la comunidad autónoma de Aragón.

Las coordenadas UTM (Sistema de coordenadas ETRS89 Huso 30-N) de los recintos de la instalación son las siguientes:

- X: 676399.3825
- Y: 4575059.2415

La altitud del emplazamiento es de entre 668 m.s.n.m.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Ilustración 1: Situación del emplazamiento

8.1.2 Descripción de la poligonal

El proyecto se instalará en las parcelas indicadas en el anexo de la Relación de Bienes y Derechos Afectados (RBDA).

La poligonal donde se ubica el proyecto viene definida por las siguientes coordenadas (Sistema de coordenadas ETRS89 Huso 30-N), las cuales también se pueden ver en el plano "CE-DW-03":

Tabla 3: Coordenadas de la poligonal del proyecto

TABLA DE COORDENADAS DE POLIGONAL		
ID PUNTO	X	Y
1	675334,297	4576296,654
2	677408,065	4576306,442
3	675396,376	4574328,228
4	677366,603	4574394,984

La superficie total prevista delimitada por el cerramiento perimetral se muestra en la Tabla 1: Resumen del módulo de generación fotovoltaico Azafrán II.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.1.3 Descripción de la poligonal de Zonas y Recintos

En este caso, hay tres recintos de vallado que conforman el módulo de generación fotovoltaico definido por las siguientes coordenadas (Sistema de coordenadas ETRS89 Huso 30-N), las cuales también se pueden ver en el plano "CE-DW-19":

Tabla 4: Coordenadas vallado perimetral Recinto 1

Recinto 1		
PUNTO	Posición X	Posición Y
1	676385,676	4575529,414
2	676366,031	4575487,610
3	676318,538	4575437,083
4	676286,144	4575427,797
5	676226,891	4575302,161
6	676221,378	4575296,037
7	676283,447	4575225,921
8	676293,600	4575205,447
9	676319,218	4575204,099
10	676509,465	4575217,378
11	676520,607	4575224,674
12	676534,621	4575251,110
13	676512,922	4575316,919
14	676494,717	4575386,085
15	676480,406	4575413,283
16	676472,157	4575435,816
17	676469,561	4575463,590
18	676462,790	4575486,836
19	676459,366	4575494,735

Tabla 5: Coordenadas vallado perimetral Recinto 2

Recinto 2		
PUNTO	Posición X	Posición Y
20	675931,083	4574963,074
21	676013,509	4575035,473
22	676022,327	4575046,526
23	676067,196	4575070,413
24	676112,240	4575089,157
25	676124,648	4575089,336
26	676142,800	4575096,264
27	676156,459	4575103,477

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

28	676171,651	4575111,261
29	676188,407	4575125,055
30	676197,201	4575125,524
31	676215,513	4575128,241
32	676224,539	4575130,995
33	676232,110	4575135,499
34	676296,645	4575133,132
35	676462,901	4574949,955
36	676463,543	4574934,932
37	676396,966	4574948,247
38	676366,329	4574952,947
39	676342,041	4574955,016
40	676322,716	4574954,483
41	676306,729	4574953,179
42	676290,236	4574952,317
43	676264,620	4574952,275
44	676235,457	4574952,175
45	676210,750	4574951,572
46	676175,466	4574952,797
47	676153,794	4574954,733
48	676139,318	4574956,176
49	676124,327	4574956,425
50	676098,216	4574953,365
51	676071,292	4574948,848
52	676042,805	4574943,706
53	676018,607	4574938,485
54	675975,798	4574926,893
55	675952,975	4574920,021
56	675950,207	4574919,630

Tabla 6: Coordenadas vallado perimetral Recinto 3

Recinto 3		
PUNTO	Posición X	Posición Y
57	676657,392	4574950,869
58	676617,220	4575166,954
59	676703,075	4575172,893
60	676714,690	4575135,671
61	676825,199	4575176,923
62	676834,085	4575168,631
63	676839,988	4575159,281
64	676840,683	4575153,298
65	676833,760	4575131,250

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

66	676827,030	4575105,534
67	676825,496	4575094,426
68	676826,141	4575083,522
69	676826,515	4575077,338
70	676829,192	4575068,675
71	676837,378	4575050,461
72	676844,820	4575037,034
73	676859,580	4575017,291
74	676864,858	4575009,200
75	676865,986	4574999,813
76	676855,882	4575000,470
77	676787,350	4574995,474
78	676779,380	4574994,677
79	676720,867	4575002,306
80	676706,526	4575000,968
81	676696,878	4574996,870
82	676685,834	4574985,113
83	676680,933	4574979,272
84	676667,500	4574956,573

8.1.4 Accesos.

El acceso a los tres recintos del módulo de generación fotovoltaico se podrá realizar mediante la carretera A-2305 entre los p.k. 3 y 4, y posteriormente a través de caminos públicos de tierra. El acceso se muestra en el plano “CE-DW-07”.

Las coordenadas generales UTM (Sistema de coordenadas ETRS89 Huso 30-N) de los accesos son las siguientes:

Tabla 7: Coordenadas de los accesos al módulo de generación fotovoltaico

	COORDENADAS DE ACCESO	
	X	Y
RECINTO 1	676511.38	4575323.69
RECINTO 2	676390.36	4574949.37
RECINTO 3	676639.74	4575045.77

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

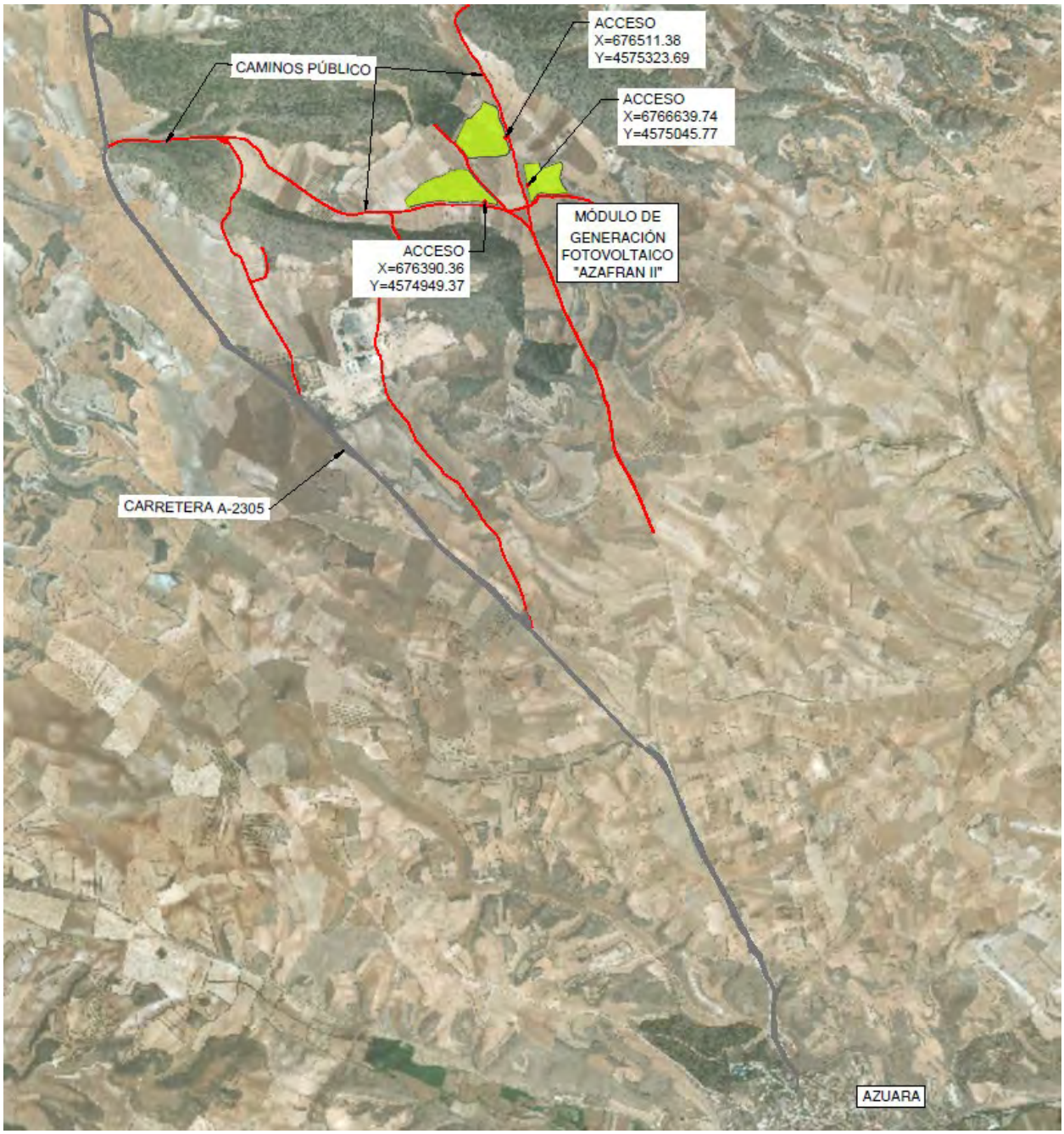


Ilustración 2: Acceso al proyecto

8.1.5 Recurso solar

Para la planificación de una instalación de aprovechamiento solar, se debe partir de una estimación lo más precisa posible de radiación para el emplazamiento previsto. Un buen pronóstico de ubicación y de rendimiento apoya la decisión del futuro explotador de la instalación.

Para determinar las condiciones de recurso en el lugar planificado, se han considerado los datos meteorológicos del estudio energético realizado en PVSyst.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En la siguiente tabla se muestran las condiciones ambientales y meteorológicas consideradas en el proyecto.

Tabla 8: Condiciones ambientales consideradas

Mes	GHI (kWh/m²)	DHI (kWh/m²)	Temp (°C)
Enero	66,1	24,20	6,0
Febrero	88,4	30,90	7,0
Marzo	138,3	47,80	9,7
Abril	165,6	59,50	12,1
Mayo	200,6	71,70	16,2
Junio	216,5	71,60	20,9
Julio	232,4	67,20	23,7
Agosto	201,0	62,90	23,2
Septiembre	150,8	51,90	19,0
Octubre	108,6	40,10	14,7
Noviembre	70,1	26,70	9,1
Diciembre	57,9	22,20	6,4
Año	**1696,3**	**576,69**	**14,04**

8.1.6 Panel fotovoltaico

Para este proyecto, se han considerado paneles fotovoltaicos bifaciales de silicio monocristalino de alta eficiencia, los cuales, serán los encargados de producir energía eléctrica a partir de la energía procedente de la radiación solar.

Estos paneles disponen de las acreditaciones de calidad y seguridad exigidas por la Comunidad Europea y están sobradamente probados e instalados en numerosas instalaciones de generación en todo el mundo.

El fabricante del panel será Canadian Solar o similar, y tendrá las siguientes características:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 9: Características técnicas principales del panel fotovoltaico en condiciones STC.

Datos eléctricos (en condiciones stándard STC)	
Potencia máxima, Wp	650
Tolerancia de potencia nominal (%)	5
Tensión en el punto Pmáx-VMPP (V)	37,9
Corriente en el punto Pmáx-IMPP (A)	17,16
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	45,0
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	18,39
Eficiencia del panel (%)	20,9
Dimensiones (mm)	2384×1303×35
Peso (kg)	37,9

8.1.7 Estructura

Los paneles fotovoltaicos se instalarán sobre estructuras metálicas denominadas seguidores solares, debido a que permiten el movimiento sobre un eje horizontal orientado norte-sur para realizar el seguimiento al sol en sentido este-oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los paneles fotovoltaicos en cada momento.

La estructura está constituida por diferentes perfiles y soportes metálicos y cuenta con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar gobernado por un sistema de control que permite, entre otras funciones, llevar y bloquear el seguidor en posición de defensa en caso de vientos fuertes, o rectificar el ángulo de giro para evitar sombras entre paneles fotovoltaicos de seguidores adyacentes, lo que se denomina Backtracking.

La estructura considerada en este proyecto es NX Horizon 1V del fabricante NEXTracker con una configuración de paneles de 1 en vertical.

Como criterio general, la estructura tendrá una altura tal que se garantice una distancia libre desde el suelo a la parte baja del panel cuando éste esté en su máximo ángulo de giro de 50 cm.

El sistema de fijación de los seguidores al terreno se realizará siguiendo las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico del emplazamiento y los requerimientos del fabricante. Por lo general, será mediante el hincado directo de perfiles metálicos.

En la siguiente tabla están las características principales del seguidor.

Tabla 10: Características principales del seguidor

Características	Estructura
Nº paneles por estructura	60/30

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Características	Estructura
Ángulo rotación	± 60°
Longitud de la fila (m)	82,37/41,88
Paso entre filas (pitch) (m)	6

8.1.8 Inversor

El inversor es el encargado de convertir la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia de la red eléctrica del punto de conexión.

Los inversores disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado. Debido a la característica de intermitencia y dependencia del recurso solar para variar la tensión e intensidad del panel, el inversor debe contar con un rango de tensiones de entrada amplio que permita obtener la máxima eficiencia posible en el rango más amplio de funcionamiento.

La potencia de los inversores, así como el factor de potencia se controla y limita mediante los equipos de control del módulo de generación fotovoltaico, en concreto a través del sistema de monitorización (SCADA) y del controlador de los inversores (Power Plant Controller o PPC por sus siglas en inglés).

Esto permite de forma dinámica reducir el nivel de potencia activa o variar la potencia reactiva para ayudar en la gestión de la red eléctrica en el punto de interconexión.

En la salida del inversor al transformador, irá equipado con un interruptor magnetotérmico de capacidad adecuada a la potencia.

El inversor incluye fusibles en la entrada de CC e interruptor automático en la salida CA.

Los inversores considerados para este proyecto son cuatro (4) unidades INGECON SUN 1640TL B630 de Ingeteam. Las principales características son las indicadas en las siguientes tablas:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 11: Características eléctricas del inversor 1640TL B630

VALORES DE ENTRADA (CC)	
Rango de tensión MPP	894 - 1.300 V
Tensión máxima	1.500 V
Corriente máxima	1.870 A
Nº entradas con porta-fusibles	6-15
Entradas MPPT independientes	1
PROTECCIONES DE ENTRADA	
Protecciones de sobretensión	Type II surge arresters (type I+II optional)
Protección DC	Motorized DC load break disconnect
VALORES DE SALIDA (AC)	
Potencia	1.637 / 1.473 kVA (a 30°C / 50°C)
Corriente	1.500 / 1.350 A (a 30°C / 50°C)
Tensión nominal	630 V
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Coseno Phi ajustable	0-1
THD (Distorsión Armónica Total)	< 3 %
PROTECCIONES DE SALIDA	
Protecciones de sobretensión	Type II surge arresters
Protección AC	Motorized AC Circuit Breaker
DATOS GENERALES	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	2,82 x 2,27 x 0,825 m
Temperatura de funcionamiento	-20 / +57°C
Humedad relativa (sin condensación)	0-100 % (rated for outdoor installation)
Grado de protección	IP54
Altitud máxima	4500 m
Emisión acústica	≤ 66 / 54,5 dBA (a 10 m)

8.1.9 Centro de transformación

En el centro de transformación se ubicarán todos los equipos necesarios para la conversión de la corriente continua en baja tensión en corriente alterna en media tensión, así como los servicios auxiliares del módulo de generación fotovoltaico.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los principales elementos de los que consta un centro de transformación son:

- Inversores fotovoltaicos.
- Transformador de potencia.
- Celdas de media tensión.
- Cuadro de SSAA.
- Cuadro de comunicaciones SCADA.
- Cuadro de seguridad.

Para este proyecto el centro de transformación considerado es el siguiente:

- CT1 de potencia 6.548 kVA: compuesto por cuatro (4) inversores INGECON SUN 1640TL B630.

8.1.10 Optimización de distancia entre estructuras y estudio de sombras

La distancia entre estructuras (pitch) es una elección muy importante a la hora del diseño del módulo de generación fotovoltaico ya que influye directamente en la producción final de la misma.

Con el fin de optimizar, tanto la producción de energía como la superficie disponible para la implantación, se ha optado por una distancia entre filas de 6 metros. Lo cual, teniendo en cuenta las dimensiones y disposición de los paneles fotovoltaicos en la estructura equivale a un GCR (Ground Coverage Ratio) de 39,73 %.

8.1.11 Configuración de diseño adaptada

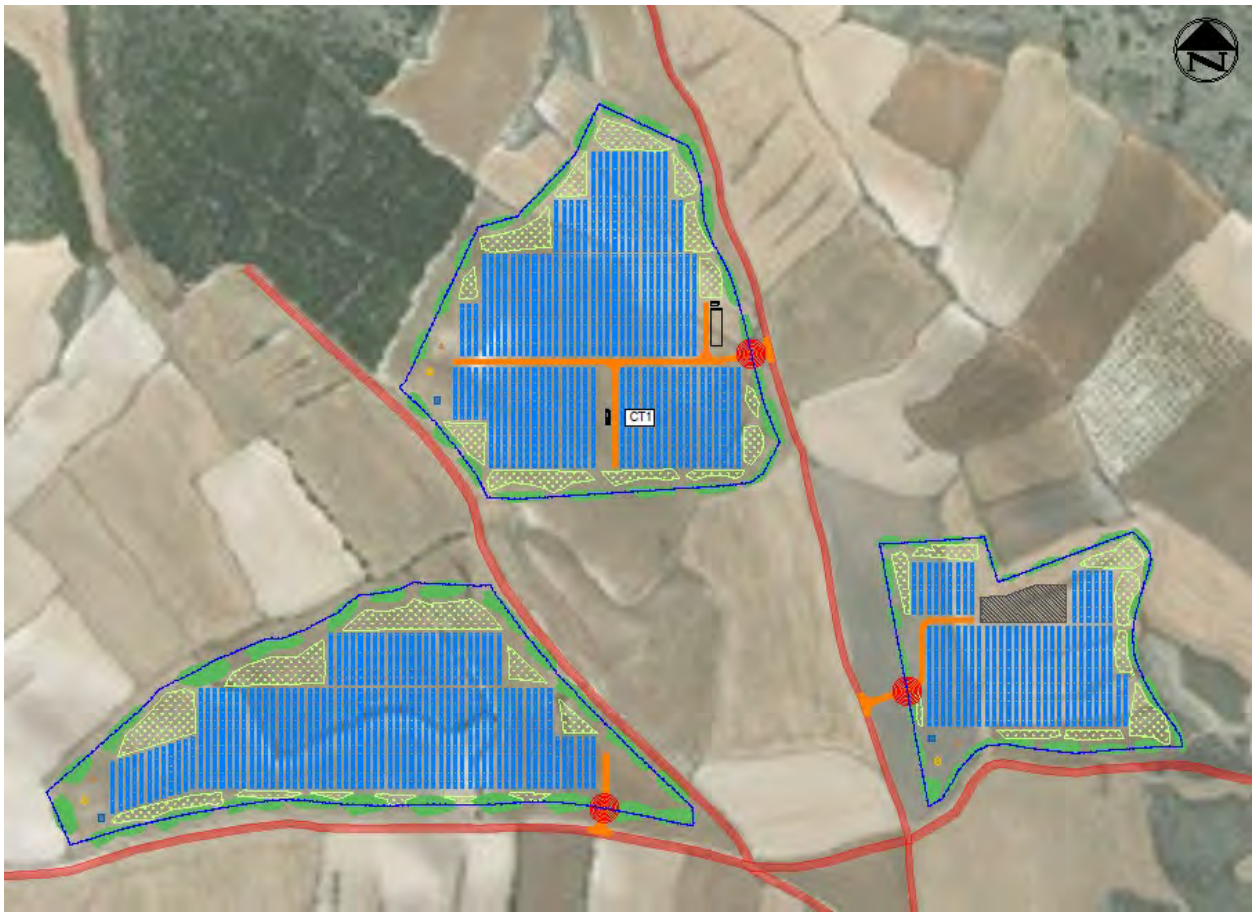


Ilustración 3: Planta general de la implantación

A continuación, se resumen las características principales del módulo de generación fotovoltaico:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 12: Características módulo de generación fotovoltaico AZAFRÁN II

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO	
DENOMINACIÓN	MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO AZAFRÁN II
PROMOTOR	DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE, S.L.
EMPLAZAMIENTO	**España**
Localidad	Azuara
Provincia	Zaragoza
Tipo de instalación	Conectada a red
Potencia instalada (MW)	6,55
Potencia nominal (MW)	6,55
PANEL FOTOVOLTAICO	
Potencia panel (Wp)	650 (Bifacial)
Número total de paneles	11.100
Potencia Pico total (MWp)	7,22
Nº de paneles por string	30
ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PANELES	
Tipo de estructura	Seguidor a un eje 1V x 60/30
Nº de estructuras	148 de 2 st y 74 de 1 st
INVERSORES (INGECON SUN 1640TL B630)	
Potencia de inversor (KVA) a 30ºC	1.637
Potencia de inversor (KVA) a 50ºC	1.473
Número de inversores	4
Potencia máxima de inversores (CT1) (MVA a 30ºC)	6,55
Ratio DC/AC de la instalación	1,102
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	
Tipo	Inversor central
Potencia unitaria / relación / tipo (CT1)	7,20 MVA / 30/ 0,630 kV / Dy11y11
Número de centros de transformación	1
Transformador servicios auxiliares por centro	1
LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MT 30KV	
Tipo de montaje	Directamente enterrado
Tipo de conductor	3x1 AL XLPE 18/30 kV
Sección (mm^2)	240
Número de circuitos	1

* Sujeta a posibles modificaciones dependiendo del avance de la tecnología, nunca superiores a las limitaciones establecidas en la legislación vigente

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.1.12 Producción de energía

La energía solar fotovoltaica, como ya se ha indicado, se obtiene a través de la transformación de la energía de la radiación solar en energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos.

Los paneles están compuestos por células fotovoltaicas de material semiconductor como el silicio e incluyen una serie de diodos necesarios para conducir la corriente eléctrica.

La corriente que se genera mediante los paneles es corriente continua, ésta será transformada en corriente alterna y elevada su tensión en los centros de transformación y de ahí conducida hasta el punto de conexión donde se situará un sistema de medida que cuantificará la cantidad de energía que se inyecta en la red.

La producción de energía depende, por tanto, del recurso solar del emplazamiento, de la potencia que sean capaces de generar los paneles fotovoltaicos, de la eficiencia de los equipos y de las pérdidas de energía que se produzcan entre los paneles y el punto de conexión a red.

En la siguiente tabla se pueden ver los valores de producción de este proyecto.

Tabla 13: Valores de producción del módulo de generación fotovoltaico

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	66.1	24.20	6.00	91.5	88.7	659743	636312	0.964
February	88.4	30.90	7.00	119.5	116.2	853806	824675	0.956
March	138.3	47.80	9.70	185.3	180.0	1295150	1251012	0.936
April	165.6	59.50	12.10	217.6	211.5	1492936	1441394	0.918
May	200.6	71.70	16.20	259.1	251.9	1744017	1684632	0.901
June	216.5	71.60	20.90	280.6	273.0	1868336	1805898	0.892
July	232.4	67.20	23.70	309.0	300.9	2016819	1949569	0.874
August	201.0	62.90	23.20	267.8	260.4	1768734	1709764	0.885
September	150.8	51.90	19.00	201.0	195.3	1351835	1306032	0.900
October	108.6	40.10	14.70	146.7	142.6	1020746	986847	0.932
November	70.1	26.70	9.10	95.4	92.6	679796	655646	0.952
December	57.9	22.20	6.40	79.4	76.9	573263	552273	0.964
Year	1696.3	576.69	14.04	2252.9	2190.1	15325181	14804052	0.911

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation
T_Amb	Ambient Temperature
GlobInc	Global incident in coll. plane
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
EArray	Effective energy at the output of the array
E_Grid	Energy injected into grid
PR	Performance Ratio

Nº de paneles: 11.100
Pnom panel: 650 Wp
Pnom total: 11.100 * 650 = 7.215 kWp
Energía producida: 14.804,052 MWh/year = 14.804.052 kWh/year
Producción específica: 14.804.052 kWh/year ÷ 7.215 kWp = 2.052 kWh/kWp/year

En el anexo "EE-CA-02" se muestran en detalle todos los parámetros considerados para el cálculo de la producción de energía.

8.2. Descripción de la RSMT y la red de evacuación

La evacuación de la energía generada del módulo de generación fotovoltaico se realizará mediante una red subterránea de media tensión a 30 kV que conectará los centros de transformación y transportará la energía hasta la subestación LAS MAJAS 220/30 kV mediante un solo circuito.

El número máximo de ternas por zanja será de 1 tanto dentro del recinto del vallado, como a lo largo de la línea de evacuación, hasta la subestación LAS MAJAS.

La configuración de la red subterránea de media tensión y evacuación hasta la Subestación es la siguiente:

Tabla 14: Configuración de la red subterránea de media tensión

CIRCUITO 1			
Desde	Hasta	Longitud (m)	Sección (mm^2)
CT01	SET	3.297	Al 3x240

8.2.1 Potencia a transportar

La potencia del módulo de generación fotovoltaico transportada por la red de media tensión es de 6,548 MVA, potencia obtenida de los 4 inversores instalados en el centro de transformación.

8.2.2 Trazado de la línea de evacuación

El trazado de la línea subterránea que evacúa la energía generada en el módulo de generación fotovoltaico hasta la subestación tiene una longitud aproximada de 3.297 m.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

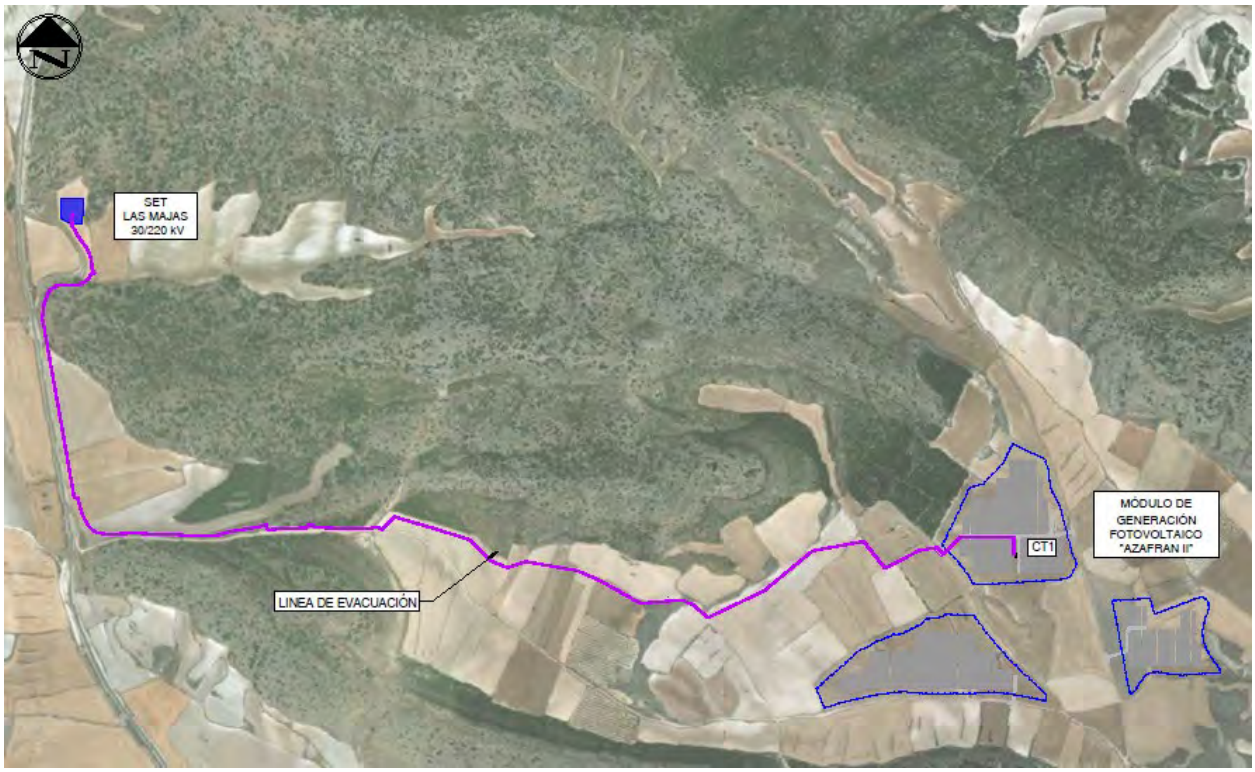


Ilustración 4: Trazado de línea de evacuación a SET

En los planos "EE-DW-04", "CE-DW-05" y "CE-DW-06" se muestran en detalle el trazado, las parcelas que recorre y las afecciones producidas por dicha línea.

8.2.3 Sección de la línea subterránea

Los cálculos de la sección de esta línea se describen en el anejo "EE-CA-01", los cuales dan como resultado un solo circuito de una sección de 240 mm^2.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

9. Adecuación al Plan Urbanístico vigente

La normativa urbanística, relacionada con la tipología de la finca en la que se ubicará el módulo de generación eólico, es la siguiente:

- Decreto-Legislativo 1/2014, de 8 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Urbanismo de Aragón.
- Decreto Legislativo 2/2015, de 17 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio de Aragón.
- Decreto 52/2002, de 19 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 5/1999, de 25 de marzo, Urbanística, en materia de organización, planeamiento urbanístico y régimen especial de pequeños municipios.
- Normas Urbanísticas Ayuntamiento de Azuara.

T.M de Azuara

En este apartado todos los artículos mencionados se referirán al Plan General de Ordenación Urbanística del Ayuntamiento de Azuara, y se muestran los capítulos y artículos más relevantes para este proyecto, como son la clasificación de los suelos y, en concreto, el tipo de suelo no urbanizable.

TÍTULO I.- NORMAS Y ORDENANZAS DE CARÁCTER GENERAL.

CAPITULO I.- OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA

1.1.1- Objeto

Las presentes Normas y Ordenanzas tienen por objeto establece las condiciones de régimen urbanístico del suelo y de la edificación, garantizando la posibilidad de que ésta se lleve a cabo de forma armónica y coherente.

1.1.2.-Alcance

Las disposiciones del presente Plan General se entienden subordinadas a las prescripciones legales vigentes de rango superior. Si alguna materia objeto de estas ordenanzas estuviera regulada a su vez por otra disposición del mismo rango, se aplicará la que implicase mayor restricción.

1.8-CAPITULO 8.-NORMAS GENERALES SOBRE USOS

La regulación de los usos del suelo, se establece en función de la naturaleza y destino de las distintas áreas en que se divide el Término Municipal, atendiendo a la clasificación del suelo en Urbano, Urbanizable o No Urbanizable, y dentro de estas clases, en las diversas categorías que se asignan.

A cada una de ellas, se le asigna un uso dominante y se permiten otros que sean compatibles con él. Se define como uso dominante, en un ámbito de suelo, al que corresponde el destino o fin principal previsto en la ordenación del Plan para dicho suelo. Se definen como usos compatibles con el uso dominante, aquellos cuya coexistencia con el uso principal o dominante en un mismo ámbito, se

permite por el Plan, por ser dichos usos complementarios o derivados directamente del uso principal, o por ser necesarios para evitar una excesiva especialización y segregación funcional del tejido urbano.

Los usos que se señalan como compatibles en este Plan, lo son sin perjuicio de la aplicación de otras clases de limitaciones que se derivan de las disposiciones legales de carácter general, leyes, reglamentos, ordenanzas u otras disposiciones de ámbito nacional de la Comunidad Autónoma, Provincia o Municipio, que afecten a los usos en materia de seguridad, salubridad, medio ambiente, tranquilidad o moralidad pública, actualmente vigentes o que se promulguen con independencia de este Plan. En particular, se tendrá en cuenta lo establecido por el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, de 30 de noviembre de 1961, por la Instrucción Complementaria del mismo, aprobada por Orden de 15 de marzo de 1963, Circular de la Comisión Central de Saneamiento, de 10 de abril de 1968 y disposiciones que modifiquen o desarrollen dicha normativa.

TÍTULO IV.- NORMAS ESPECIFICAS EN EL SUELO NO URBANIZABLE

4.1. CAPITULO I.- RÉGIMEN DEL SUELO NO URBANIZABLE

4.1.1-Definición

Suelo No Urbanizable son los terrenos del término municipal que deban incluirse en esta clase por estar sometidos a algún régimen especial de protección incompatible con su transformación de acuerdo con las directrices de Ordenación Territorial, los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales o la legislación sectorial, en razón de sus valores paisajísticos, ambientales o culturales o en función de su sujeción a limitaciones o servidumbre para la protección del dominio público; o aquellos que el Plan considere necesario preservar por su valor agrícola, forestal o ganadero o por sus riquezas naturales así como aquellos otros que considere inadecuados para el desarrollo urbano.

4.1.2.- Clasificación

El suelo no urbanizable se clasifica en especial y genérico:

- *Suelo no urbanizable especial:*

El Plan reconoce como tal los que deban incluirse en esta clase por estar sometidos a algún régimen especial de protección incompatible con su transformación de acuerdo con las directrices de Ordenación Territorial, los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales o la legislación sectorial, en razón de sus valores paisajísticos, ambientales o culturales o en función de su sujeción a limitaciones o servidumbres para la protección del dominio público y, en todo caso, los terrenos que en razón de sus características puedan presentar graves y justificados problemas de índole geotécnica, morfológica o hidrológica o cualquier otro riesgo natural que desaconseje su destino a un aprovechamiento urbanístico por los riesgos para la seguridad de las personas y los bienes.

Este suelo no urbanizable especial se divide, a su vez en:

a) De protección de Infraestructuras
b) De protección de medio ambiente, del suelo y del paisaje.
c) De protección de elementos histórico-artístico.
d) De protección de los recursos hídricos.

- *Suelo no urbanizable genérico:*

Es el resto de los terrenos de Suelo no Urbanizable, cuya utilización estará sometida a lo dispuesto en los artículos 23 y 24 de la Ley Urbanística de Aragón.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.1.3.-Régimen general

El suelo no urbanizable, en todas sus clases carece de aprovechamiento urbanístico; el ejercicio de las facultades de dominio se ejercerá dentro de las limitaciones derivadas de lo dispuesto en los artículos 22 a 25 de la Ley Urbanística de Aragón.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.2. CAPITULO II: SUELO NO URBANIZABLE ESPECIAL. CONDICIONES GENERALES

4.2.1. De protección de infraestructuras.

Estos suelos no son edificables, salvo para el uso específico y al servicio directo del sistema de infraestructura que protegen, cuando dichos usos requieran estar en contacto con el mismo. La separación de las edificaciones al trazado de la infraestructura que motiva la protección, vendrá fijada por la legislación propia de ésta.

4.2.1.1. Zona de protección de línea eléctrica de alta tensión.

Las construcciones, instalaciones, plantación de arbolado, etc., que vayan a instalarse en las proximidades de las líneas eléctricas de Alta Tensión estarán a lo dispuesto en la siguiente legislación:

· Ley 54/1997, de noviembre, del Sector Eléctrico.

· Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

· Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

4.2.1.2. Zona de protección de la red de carreteras.

Será de aplicación la legislación sectorial vigente, y en concreto al ser las carreteras existentes de la red autonómica la Ley 8/1998, de 17 de diciembre, de carreteras de la Comunidad Autónoma de Aragón. Son vigentes las zonas de dominio público, servidumbre y afección, quedando prohibido cualquier edificación situada a:

· A dieciocho metros (18 metros) de la arista exterior de la calzada en las carreteras de la red autonómica básica.

· A quince metros (15 metros) de la arista exterior de la calzada en las carreteras de las redes autonómicas comarcal y local, de la red provincial y de la red municipal.

CAPITULO III.SUELO NO URBANIZABLE GENÉRICO.CONDICIONES GENERALES.

4.3.2. Construcciones sujetas a autorización especial.

En suelo no urbanizable genérico podrán autorizarse, siguiendo el procedimiento regulado en el artículo 25 de la Ley Urbanística de Aragón:

a) Construcciones e instalaciones que quepa considerar de interés público y hayan de emplazarse en el medio rural, cuando no requieran la ocupación de más de tres hectáreas de terreno ni exijan una superficie construida superior a cinco mil metros cuadrados. En presencia de magnitudes superiores, se seguirá el procedimiento establecido para los Proyectos Supramunicipales en los artículos 76 a 81 de la Ley de Aragón.

A continuación, se mostrará un plano del módulo fotovoltaico de AZAFRAN II junto al PGOU descrito anteriormente según el tipo de suelo:

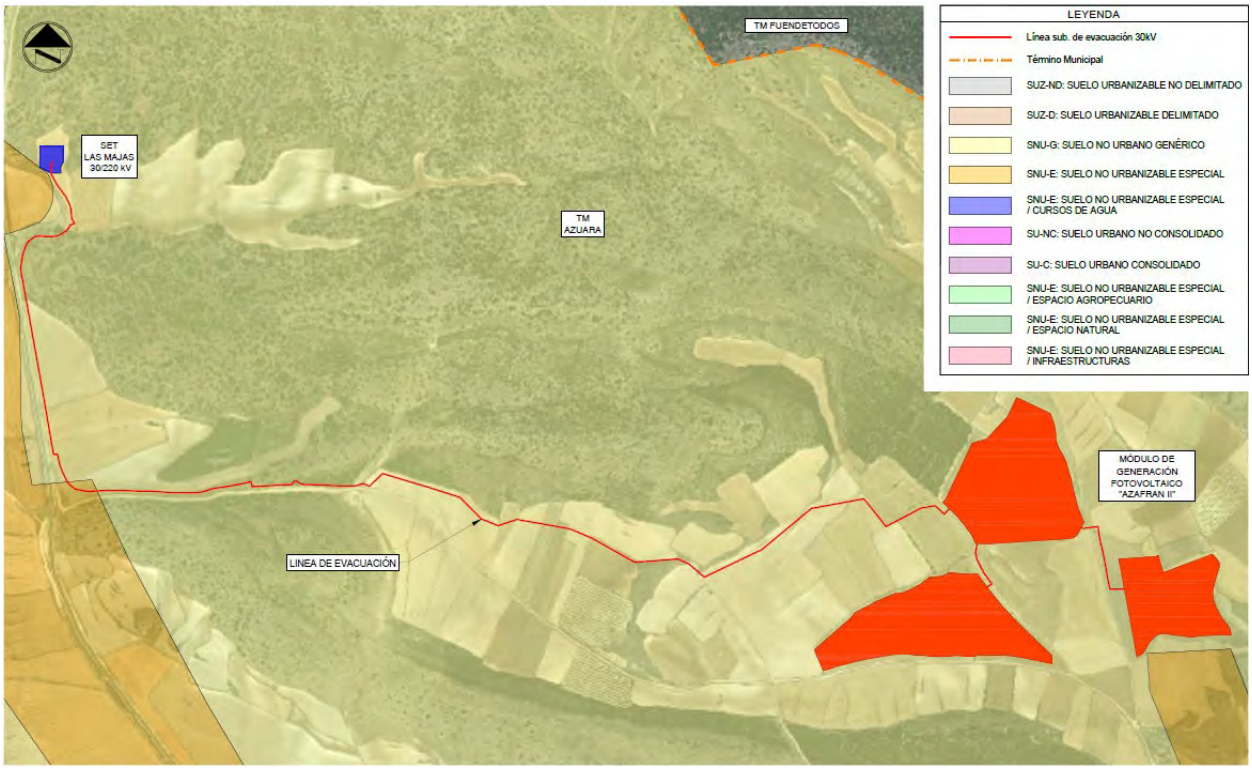


Ilustración 5: Implantación proyecto sobre Plan General de Ordenación Urbana de Azuara. Clasificación suelos.

10. Obra civil

10.1. Movimiento de tierras

Conjunto de trabajos de excavación y relleno realizados en un terreno para dejarlo totalmente despejado y nivelado, como fase inicial y preparativa del elemento a construir, bien sea la instalación de seguidores fotovoltaicos, ejecución de caminos o instalación de edificio multiusos y centros de transformación.

En lo que se refiere a la instalación de los seguidores fotovoltaicos, los movimientos de tierra serán siempre los mínimos necesarios para garantizar la correcta instalación de los mismos dentro de las tolerancias marcadas por el fabricante.

Estos movimientos de tierra se diseñarán de tal manera que eviten embalsamientos de agua y favorezcan la evacuación de las aguas de escorrentía, respetando, lo máximo posible, las pendientes y cauces naturales del terreno.
También se tendrá especial atención en que los movimientos de tierra no generen desniveles importantes entre seguidores que puedan producir sombras entre ellos.

Las tolerancias estructurales del seguidor fotovoltaico considerado en este proyecto son:

- Pendiente máxima admisible N-S: 15%
- Pendiente máxima admisible E-O: Ilimitado

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

A la hora del diseño del movimiento de tierras se ha considerado una diferencia de altura máxima y mínima entre hincas de 30 cm.

10.1.1. Limpieza y desbroce

Consiste en el despeje y retirada de maleza, plantas, tocones, escombros y cualquier otro material indeseable con el fin de dejar el terreno completamente limpio y despejado la para la instalación de los equipos del proyecto.

Incluye también la retirada de la capa vegetal existente, la cual será acopiada debidamente siguiendo las recomendaciones ambientales y utilizada posteriormente en la revegetación de taludes y extendida en el emplazamiento con el fin de conservar lo máximo posible las condiciones originales del terreno.

10.1.2. Excavación

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde han de asentarse los seguidores, caminos, tanto internos como de acceso, y centros de transformación. incluyendo explanada, taludes y cuneta, así como el consiguiente transporte de productos removidos a vertedero autorizado.

Se pueden distinguir diferentes tipos de excavación en función del terreno existente en el emplazamiento: excavación en tierra vegetal, incluida en las operaciones de limpieza y desbroce del terreno; excavación en suelo no rocoso y excavación en roca.

Tras los resultados del informe geotécnico del emplazamiento se determinarán los tipos de excavación a efectuar, así como la inclinación de los taludes en desmonte.

Para este proyecto se ha considerado una inclinación de taludes de 1H:1V

Los materiales que se obtengan de la excavación serán empleados en la formación de rellenos, siempre y cuando su clasificación sea aceptable para tal fin según la normativa aplicable.

10.1.3. Relleno

Es definido como el conjunto de operaciones de nivelación mediante el extendido de material o terraplenado.

Los materiales a emplear en los rellenos procederán de las excavaciones siempre que cumplan con los requisitos exigidos por la normativa aplicable. En caso contrario dichos materiales procederán de préstamo autorizado.

El material será extendido en tongadas de espesor uniforme según normativa y compactado por medios mecánicos hasta alcanzar el grado de compactación requerido en el proyecto.

La inclinación de los taludes en terraplén considerada en este proyecto es de 3H:2V.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En el plano de movimiento de tierras "CE-DW-09"puede verse en detalle las zonas del proyecto donde se efectuará movimiento de tierras y la distinción entre zonas de excavación o desmonte y relleno o terraplén.

En el documento de cálculos civiles "CE-CA-01" se detallan los volúmenes de tierra obtenidos de las operaciones de movimiento de tierras.

A continuación, se resumen los volúmenes finales resultantes de movimiento de tierras para el módulo de generación fotovoltaico:

Tabla 15: Resumen del movimiento de tierras

Cálculos movimiento de tierras	
Volumen tierra vegetal	10.293,12 m³
Volumen desmonte	7.306,86 m³
Volumen terraplén	6.983,76 m³
Volumen Neto	323,10 m³ Desm

10.2. Vallado

Se instalará un cerramiento perimetral a toda la implantación constituida por una malla metálica cinegética instalada sobre postes metálicos cada 3 m.

El vallado cumplirá con las prescripciones resultantes de los trámites ambientales.

El vallado se diseñará de manera que sea lo más permeable posible al paso de las aguas, evitando en la medida de lo posible ser un obstáculo a la corriente y a los materiales que ésta arrastre, en régimen de avenidas.

Se deberá asegurar el anclaje del vallado para evitar que éste sea arrastrado por las aguas ante una situación de avenida, lo que podría causar nuevas afecciones si llega a ocasionar un obstáculo aguas abajo.

De forma general, la altura del vallado será 2m y la altura libre al suelo será de 20cm, con huecos de 300cm² que permitan el paso de pequeños mamíferos.

El cerramiento carecerá de elementos cortantes o punzantes y en ningún caso serán eléctricas.

Se instalará una puerta de acceso para vehículos por cada recinto de vallado. Dicha puerta será de doble hoja abatible con marco metálico y una anchura total de 6 metros.

La cimentación, tanto de los postes que soportan la malla como de la puerta de acceso, serán dados de hormigón en masa de dimensiones aproximadas de 30x30x50 cm.
En los planos "CE-DW-19" y "CE-DW-20" quedan definidas tanto la disposición en planta y coordenadas del vallado, como los detalles y características de los materiales.

La longitud total del vallado en este proyecto es de 3.152 metros, ocupando una superficie total cuyo valor se muestra en la siguiente tabla:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 16: Características del vallado

VALLADO PERIMETRAL	
RECINTO 1	
Longitud	1.010,84 m
Área	6,52 Ha
RECINTO 2	
Longitud	1.250,08 m
Área	6,22 Ha
RECINTO 3	
Longitud	890,89 m
Área	3,49 Ha
TOTAL	
Longitud	3.151,81 m
Área	16,23 Ha

10.3. Pantalla vegetal

Se instalarán bosquetes a lo largo del vallado, tanto por fuera como por dentro del mismo, facilitando la integración paisajística y reduciendo el impacto en la fauna local. Los detalles de esta pantalla figuran en el Anejo ambiental.

10.4. Viales de acceso

El acceso a los tres recintos del módulo de generación fotovoltaico se podrá realizar mediante la carretera A-2305 entre los p.k. 3 y 4, y posteriormente a través de caminos públicos de tierra. El acceso se muestra en el plano "CE-DW-07".

10.5. Red de viales del parque

Se dispondrá una red de viales interiores en la instalación para garantizar el tránsito rodado y el acceso a todos los centros de transformación, edificio multiusos etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

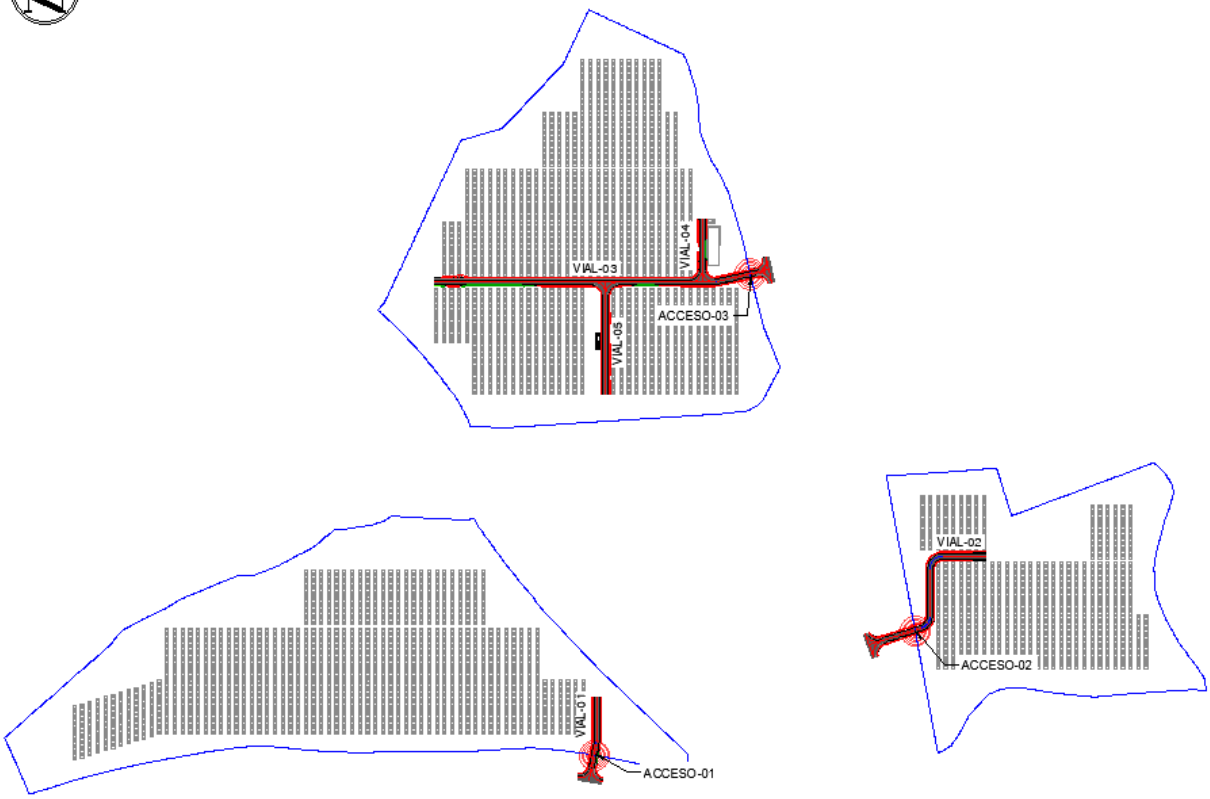


Ilustración 5: Disposición de viales

Los viales se diseñarán y construirán conforme a la normativa aplicable, teniendo en cuenta la clasificación de los materiales, tanto de la base y subbase, como del paquete de firmes.

De forma general, los viales interiores tendrán un ancho de 4 metros, con bombeo a dos aguas y estarán formados por un paquete de firmes de 30 cm de zahorra.

En los planos “CE-DW-10” y “CE-DW-11” quedan definidos, tanto la disposición en la implantación de los viales, como su sección tipo y materiales que la conforman.

En este proyecto, la longitud total de viales interiores es de 553,782 metros.

10.6. Hidrología y drenaje

El estudio hidrológico tiene como objetivo el análisis de los datos hidrológicos e hidráulicos para la obtención de caudales y llanuras de inundación de los principales cauces naturales existentes en la zona del proyecto. Para así, poder evitar cualquier afección de las instalaciones sobre el dominio público hidráulico.

El sistema de drenaje tiene como objetivo la correcta evacuación de las aguas de escorrentía, dar continuidad a los flujos naturales del agua, proteger los caminos y estructuras, así como evitar la entrada de agua en infraestructuras eléctricas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El sistema de drenaje del módulo de generación fotovoltaico ha sido diseñado y calculado según lo establecido en la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.

En el estudio de drenaje se determinan, a partir de los caudales de avenida obtenidos en el estudio hidrológico y para el período de retorno de 50 años, las obras de drenaje longitudinal y transversal a la vía necesarias para su desagüe, definiendo su forma y situación, así como la comprobación de su funcionamiento hidráulico durante la evacuación de las aguas en régimen de avenidas.

Para este proyecto, se ha diseñado un sistema de drenaje compuesto por cunetas longitudinales dispuestas paralelas a los caminos y obras de drenaje transversal para garantizar la continuidad de los flujos de agua en el emplazamiento.

Se ha puesto especial atención en evitar la erosión del terreno, para ello a la salida de cada cuneta u ODT se dispondrá una playa de grava con el objetivo de disipar la energía y evitar la erosión del terreno.

En los planos “CE-DW-13” y “CE-DW-14” queda representado, tanto la disposición en la implantación del sistema de drenaje como los detalles de cunetas y ODT.

En el documento de cálculos civiles “CE-CA-01” se detallan los cálculos hidrológicos e hidráulicos del proyecto y el dimensionamiento de los elementos de drenaje.

10.7. Zanjas y canalizaciones

Para el tendido de los cables eléctricos en baja y media tensión será necesario realizar la excavación de zanjas en el interior del módulo de generación fotovoltaico.

De manera general, sobre el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena fina lavada de espesor variable donde se alojarán, tanto el cable de cobre desnudo de la red de tierras como los cables directamente enterrados. Sobre esta capa se rellenará 30 cm con suelo seleccionado compactado al 95% P.M donde se alojarán los cables que vayan bajo tubo. Sobre esta capa, se colocará protección mecánica y se rellenará con tierra procedente de la propia excavación cribada y compactada al 95% P.M. a unos 15cm de la superficie se colocará cinta de señalización y se seguirá rellenando y compactando con este material hasta alcanzar el nivel del suelo explanado.

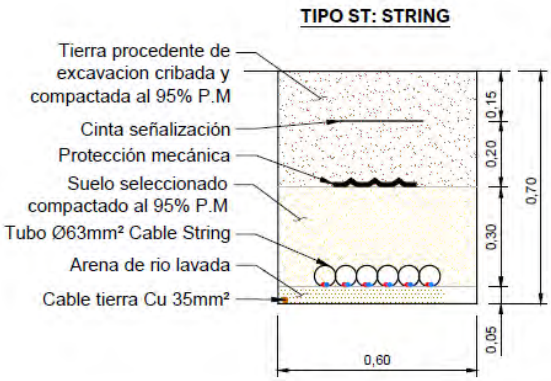


Ilustración 6: Detalle de la zanja tipo string de BT

En los cruces de zanjas con caminos, los cables irán entubados y recubiertos de hormigón tal y como se indica en los planos.

El tendido de cables y tubos se hará de acuerdo a la reglamentación, respetando en todo momento las distancias entre cables indicadas en los planos y los radios de curvatura recomendados por el fabricante para cada sección de cable.

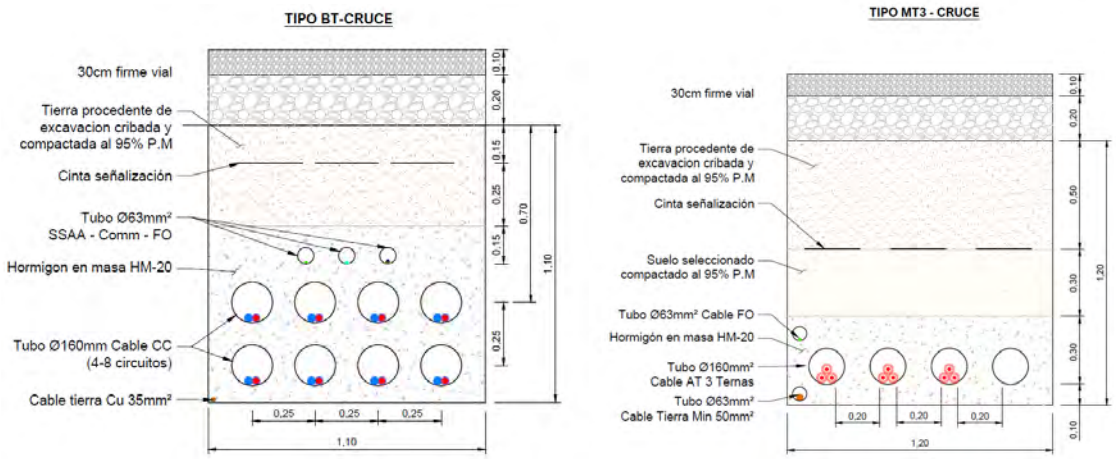


Ilustración 7: Detalles de las zanjas tipo cruce para BT (izda.) y MT (dcha.)

En los cruces de zanjas con cauces, la generatriz superior de los tubos deberá quedar al menos 1,5 m por debajo del lecho del cauce en barrancos y cauces de pequeña entidad y 2,00 m en ríos (siempre que se trate de ríos principales), debiendo dejar el cauce y márgenes afectados por el cruce en su estado primitivo, cuidando de que la protección y lastrado de los tubos alcance hasta la zona inundable en máximas avenidas.

La zanja en la que se alojarán los tubos a instalar será rellenada con material procedente de la excavación del lecho, al menos en los 0,3 – 0,5 m superiores, no provocando ninguna elevación de la cota del lecho del cauce respecto a la cota inicial existente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles. Los radios mínimos de curvatura estarán de acuerdo con la reglamentación. El tratamiento de las juntas y uniones se ejecutará de acuerdo con los Planos y las instrucciones de la Dirección Técnica.

La ejecución de juntas y uniones se realizará de forma que quede garantizada la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se cuidará que el acoplamiento entre los tubos quede perfecto, de manera que en las juntas no queden cantos vivos, ni que por ellas pueda entrar agua, tierra o lodos.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas en los mismos, para lo cual, se taponarán los extremos libres con trapos o papel.

Los cambios de dirección se realizarán con elementos adecuados y respetando los radios de curvatura apropiados. Los cambios importantes de dirección se realizarán mediante arquetas.

Al hormigonar los tubos se pondrán un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable revisar las juntas antes del hormigonado.

Se instalarán arquetas, como mínimo, en los centros de transformación, tanto a la entrada de los inversores, como en la entrada y salida de los cables de media tensión. También en los cambios importantes de dirección, siempre respetando los radios de curvatura apropiados.

Además de las indicadas, se instalarán arquetas en el tendido de comunicaciones, (zanja perimetral) y en las estaciones meteorológicas y NCU's.

Las arquetas podrán ser prefabricadas o de obra y tendrán las dimensiones apropiadas para albergar los cables indicados en los planos de proyecto.

En los planos "CE-DW-15" y "CE-DW-16" se detalla, tanto la disposición en el módulo de generación fotovoltaico de la red de zanjas, como los detalles constructivos de las mismas.

En el anejo de Relación de Bienes y Derechos Afectados (RBDA), se indica la superficie de zanja y la servidumbre de paso para vigilancia y conservación.

10.8. Hincado de estructura

El hincado de perfiles de la estructura se define como la solución de cimentación para los seguidores. Consiste en hincar, por medios mecánicos y de forma totalmente vertical, los perfiles del seguidor en el terreno a la longitud indicada por el fabricante teniendo en cuenta los datos geotécnicos del emplazamiento y las cargas del seguidor.

Existen diferentes tipos de cimentación posibles dependiendo de los resultados geotécnicos del terreno.

- Hincado directo: La más común. Consiste en hincar directamente el perfil en el terreno hasta la profundidad indicada.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Pre-drill: Esta solución se toma cuando hay rechazo en el hincado directo o los tiempos de hincado son muy altos. Consiste en hacer un pequeño taladro en el terreno más pequeño que el perfil a hincar con el objetivo de favorecer el hincado del mismo hasta la profundidad indicada.
- Hormigón: Esta solución se toma cuando no se garantiza la estabilidad de la estructura por ninguno de los medios anteriores. Consiste en hacer un agujero de dimensiones un poco mayores que el perfil y rellenarlo de hormigón para dar la suficiente consistencia a la cimentación.

Cualquiera de estas soluciones, siempre será ejecutada siguiendo los requerimientos del fabricante.

Para este proyecto, al no disponer todavía de informe geotécnico, se ha considerado una cimentación estándar 100% hincado directo a 1.5m de profundidad.

Una vez se disponga del informe geotécnico definitivo, se definirá la solución en detalle teniendo en cuenta los parámetros geotécnicos del terreno.

10.9. Edificaciones previstas

10.9.1 Edificio multiusos

En el proyecto se instalará un edificio multiusos prefabricado de una superficie aproximada de 300 m² que contará con sala de operaciones, sala de reuniones, despachos, cocina, vestuarios, aseos y un almacén donde albergar todos los repuestos del proyecto de forma segura y limpia.

Dispondrá de una instalación de fosa séptica para tratamiento de aguas residuales.



Ilustración 8: Edificio multiusos prefabricado

En el plano “CE-DW-17” se detallan, tanto la planta y alzados del edificio, como la planta de cimentación.

10.9.2 Punto limpio

En el proyecto se instalará un punto limpio, que consistirá en un edificio prefabricado de una superficie aproximada de 15m² con el objetivo de depositar todos los residuos que no sean peligrosos generados durante la fase de explotación del módulo de generación fotovoltaico.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Ilustración 9: Punto Limpio

En el plano "CE-DW-18" se detalla la planta y alzado de dicho edificio.

10.10. Cimentaciones

10.10.1 Centros de transformación

El centro de transformación, como se ha indicado en apartado 8.1.9 del presente documento, es donde se ubican todos los equipos necesarios para la conversión de la corriente continua en baja tensión en corriente alterna en media tensión, así como los servicios auxiliares del módulo de generación fotovoltaico.

La cimentación prevista para ello es una losa de hormigón armado de dimensiones aproximadas 5,88 x 2,10 x 0,25 m^3. Con sus correspondientes huecos para la entrada de cables en los equipos.

El proceso constructivo de la misma se detalla en el pliego de condiciones y especificaciones de este proyecto.

Una vez se disponga del informe geotécnico del terreno se verificará dicha cimentación y si procede, se modificará para que cumpla con los requerimientos del fabricante.

10.10.2 Edificaciones

- Edificio Multiusos: La cimentación prevista para el edificio multiusos será una cimentación prefabricada de hormigón armado de sección en T invertida de 1,1 m de altura y un ancho de zapata de 0,66m con prerrotos para el paso de cables. En el plano "CE-DW-17" se detalla la solución propuesta.

- Punto limpio: La cimentación prevista para el punto limpio será una cimentación de hormigón armado de dimensiones aproximadas de 6,5m de largo x 2,9m de ancho x 0,25 m de alto.

Una vez se disponga del informe geotécnico definitivo se verificarán ambas cimentaciones y se modificarán si procede para cumplir con los requerimientos estructurales de los edificios.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

10.10.3 Báculos

Los báculos de las cámaras de CCTV se situarán a lo largo del perímetro y tendrán una altura aproximada de 3,5 metros.

La cimentación prevista para ellos será un dado de hormigón en masa de dimensiones aproximadas de 0,5m ancho x 0,5m largo x 1,05m de profundidad.

Una vez se disponga del informe geotécnico definitivo se verificará dicha cimentación y se modificará si procede para cumplir con los requerimientos estructurales.

10.11. Zonas de acopio e instalaciones provisionales

Son las zonas destinadas al acopio de materiales para la ejecución de las obras, así como para la ubicación de las casetas de obra temporales, aseos, comedor, salas de reuniones etc. Tanto de los contratistas como de la propiedad.

Estarán equipadas con todos los elementos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos para las que son destinadas.

Se destinará una parte de terreno dentro del vallado de la implantación para tal efecto. La zona destinada para las instalaciones temporales y acopio de materiales deberá ser debidamente nivelada y cubierta con gravilla compactada para favorecer las tareas para las cuales se destinan dichas instalaciones y para permitir el tráfico rodado.

En este proyecto, se decidirá en la fase de obra, que zona ocupar destinada a instalaciones provisionales y acopio de materiales.

10.12. Resumen de superficies ocupadas

Nombre del proyecto	Tipo	Referencia catastral	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de cultivo de la subparcela	Nombre del Municipio	Superficies eventuales durante fase construcción (m2)	Longitud de Zanja (m)	Superficie de Zanja (m2)	Superficie de la Servidumbre de Paso de zanja (m2)	Longitud de los Viales (m)	Superficie Total de Viales (m2)	Superficie de Viales Definitivos (m2)	Superficie de Viales Temporales (m2)	Afección de Planta Fotovoltaica (m2)	Superficie de la Servidumbre de Paso para Vigilancia y Conservación (m2)	Superficie de Ocupación Definitiva (m2)	Superficie de Ocupación Temporal (m2)	Superficie Total de la Subparcela (m2)	Superficie Total de la Parcela (m2)
HIBAZ2	FV	50039A00700017	7	17	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	271,54	162,93	1691,76	0	0	0	0	0	1691,76	0	0	38870	38870
HIBAZ2	FV	50039A00700018	7	18	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	100,19	60,11	619,18	0	0	0	0	0	619,18	0	0	20665	20665
HIBAZ2	FV	50039A00700019	7	19	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	75,82	45,49	470,67	0	0	0	0	0	470,67	0	0	20792	20792
HIBAZ2	FV	50039A00700020	7	20	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	249,08	149,45	1538,62	0	0	0	0	0	1538,62	0	0	29672	29672
HIBAZ2	FV	50039A00700022	7	22	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	7,62	4,57	92,2	0	0	0	0	0	92,2	0	0	14408	14408
HIBAZ2	FV	50039A00700023	7	23	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	170,87	102,52	1011,86	0	0	0	0	0	1011,86	0	0	10214	10214
HIBAZ2	FV	50039A00700030	7	30	m	Pinar maderable	Azuara	0	655,4	393,23	4053,38	0	0	0	0	0	4053,38	0	0	2070269	2200050
HIBAZ2	FV	50039A00700031	7	31	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	345,27	207,17	2136,68	0	0	0	0	0	2136,68	0	0	27231	27231
HIBAZ2	FV	50039A00700033	7	33	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	46,93	28,16	293,4	0	0	0	0	0	293,4	0	0	4659	4659
HIBAZ2	FV	50039A00700034	7	34	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	59,15	35,49	366	0	0	0	0	0	366	0	0	13027	13027
HIBAZ2	FV	50039A00700036	7	36	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	30,26	18,16	187,29	0	0	0	0	0	187,29	0	0	7837	7837
HIBAZ2	FV	50039A00700037	7	37	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	28,51	17,11	113,29	0	0	0	0	0	113,29	0	0	5519	5519
HIBAZ2	FV	50039A00700039	7	39	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	251	150,05	1517,56	0	0	0	0	0	1517,56	0	0	26310	26310
HIBAZ2	FV	50039A00700040	7	40	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	6,69	4,55	141,21	0	0	0	0	0	141,21	0	0	8527	8527
HIBAZ2	FV	50039A00700043	7	43	b	Pastos	Azuara	0	27,35	16,38	104,61	0	0	0	0	0	104,61	0	0	15960	51993
HIBAZ2	FV	50039A00700043	7	43	c	Labor o Labradío secano	Azuara	0	1,44	1,11	37,06	0	0	0	0	0	37,06	0	0	13354	51993
HIBAZ2	FV	50039A00700046	7	46	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	398,21	238,93	2472,55	0	0	0	0	0	2472,55	0	0	91818	91818
HIBAZ2	FV	50039A00700048	7	48	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	25899,8	0	25899,8	0	31896	31896
HIBAZ2	FV	50039A00700058	7	58	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	231,4	138,03	1344,65	0	0	0	0	0	1344,65	0	0	32376	32376
HIBAZ2	FV	50039A00700059	7	59	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	26,05	16,41	219,55	0	0	0	0	0	219,55	0	0	19052	19052
HIBAZ2	FV	50039A00700060	7	60	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0,03	29,44	0	0	0	0	0	29,44	0	0	11725	11725
HIBAZ2	FV	50039A00700061	7	61	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	19568,4	0	19568,4	0	20332	20332
HIBAZ2	FV	50039A00700063	7	63	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	4	4,4	26,82	0	0	0	0	12944,8	26,82	12944,8	0	16209	16209
HIBAZ2	FV	50039A00700064	7	64	0	Labor o Labradío secano	Azuara	98,86	0	0	0	9,44	135,18	135,18	0	6331,83	0	6467,01	98,86	9402	9402
HIBAZ2	FV	50039A00700066	7	66	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	95,32	104,86	641,42	0	0	0	0	0	641,42	0	0	11601	11601
HIBAZ2	FV	50039A00700067	7	67	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	18,08	19,89	117,65	0	0	0	0	0	117,65	0	0	26804	26804
HIBAZ2	FV	50039A00700069	7	69	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	17	14,66	110,53	0	0	0	0	46958,6	110,53	46958,6	0	60879	60879
HIBAZ2	FV	50039A00700070	7	70	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	4	4,4	26,81	0	0	0	0	1241,3	26,81	1241,3	0	2392	2392
HIBAZ2	FV	50039A00700071	7	71	a	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	10633,1	0	10633,1	0	11874	12653
HIBAZ2	FV	50039A00700071	7	71	b	Pastos	Azuara	84,67	0	0	0	5,99	100,19	100,19	0	276,56	0	376,75	84,67	779	12653
HIBAZ2	FV	50039A00700072	7	72	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	8112,31	0	8112,31	0	10831	10831
HIBAZ2	FV	50039A00700093	7	93	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	35,26	20,94	261,64	0	0	0	0	0	261,64	0	0	10855	10855
HIBAZ2	FV	50039A00709003	7	9003	0	Vía de comunicación de dominio público	Azuara	0	4,85	5,33	32,64	0	0	0	0	0	32,64	0	0	6500	6500
HIBAZ2	FV	50039A00709005	7	9005	0	Vía de comunicación de dominio público	Azuara	0	12,85	10,91	86,78	0	0	0	0	0	86,78	0	0	4143	4143
HIBAZ2	FV	50039A00800012	8	12	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	29,87	32,85	214,07	0	0	0	0	0	214,07	0	0	12543	12543
HIBAZ2	FV	50039A00800016	8	16	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	25893	0	25893	0	29765	29765
HIBAZ2	FV	50039A00800018	8	18	0	Labor o Labradío secano	Azuara	157,24	157,33	173,06	1040,8	24,03	281,02	281,02	0	10781,5	1040,8	11062,52	157,24	23486	23486

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado 2023/3803 de fecha 28/08/2023. Formato 5. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.

10.13. Restauración ambiental

Con carácter general, las declaraciones de impacto ambiental establecen que los terrenos afectados por los proyectos deben restituirse a sus condiciones fisiográficas iniciales con objeto de conseguir la integración paisajística de las obras ligadas a la construcción del parque fotovoltaico, minimizando los impactos sobre el medio perceptual. Los procesos erosivos que se puedan ocasionar como consecuencia de la construcción del mismo, deberán ser corregidos durante toda la vida útil de la instalación.

Dicha restitución atañe a todas las zonas auxiliares o complementarias afectadas durante la fase de obra, cuya ocupación no sea necesaria en fase de explotación tales como:

- Radios de giro
- Parking áreas
- Campas de acopio
- Plataformas auxiliares.
- Superficies de desmonte y terraplenes.

Desde el punto de vista de la restitución, el proyecto técnico debe incluir los movimientos de tierra necesarios para conseguir el estado fisiográfico original, sin comprometer la estabilidad de las infraestructuras permanentes, tomando como referencia el estudio topográfico previo a obra el cual refleja la orografía inicial de los terrenos antes del comienzo de los trabajos e incluyendo cubicación y presupuestos.

La restauración vegetal del terreno se realizará siguiendo el plan de restauración desarrollado en los estudios de impacto ambiental de cada parque que están amparados por la correspondiente declaración de impacto ambiental. Dicho Plan de Restauración vegetal contiene las partidas necesarias para su ejecución, valoradas económicamente. El presupuesto incluido puede sufrir variaciones en función del éxito de la vegetación natural del terreno o de los precios de mercado, sin embargo, en todo caso, se deberá cumplir con lo estipulado en el Plan de Restauración incluido en el Estudio de Impacto Ambiental tanto en superficies, tipología de la actuación, así como semillas y su caracterización.

Concretamente, el anejo de Medidas Ambientales describe las actuaciones del Módulo de Generación Fotovoltaico para el proyecto de hibridación del P.E. AZAFRÁN II planteadas en fase de desarrollo con las que se pretende mitigar las afecciones sobre el medio ambiente. Estas medidas están encaminadas a la creación o mejora de hábitats adecuados que favorezcan la presencia de herpetofauna, insectos, aves y mamíferos. Todo ello repercutirá de forma positiva sobe la productividad de los cultivos y la biodiversidad de las zonas naturales cercanas al módulo de generación fotovoltaico.

El Módulo de Generación Fotovoltaico AZAFRÁN II se encuentra localizado en un área agrícola dominada por cultivos de secano con escasa representación de la comunidad vegetal autóctona. Tiene una superficie de 16,23 ha de ocupación y una potencia total de los paneles fotovoltaicos de 7,22 MWp.

11. Infraestructura eléctrica

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

11.1. Cableado solar en corriente continua

Los cables de corriente continua (CC) entre strings y cajas de strings han sido diseñados con una caída de voltaje media máxima de 0,5% en las condiciones estándares (STC) de 25ºC, 1000 w/m^2 e índice de densidad del aire de 1.5 (IAM).

En cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) los cables deben ser 0,6/1 kV (Uo = 1,8 kV) conductor de cobre de un solo núcleo, flexible, no propagación de llama y libre de halógenos, resistente a la absorción de agua, Rayos Ultravioleta, agentes químicos, grasas y aceites, la abrasión y los impactos. Además, los cables de CC se deben fabricar como cable flexible de Clase 5 con protección solar UV especial (ZZ-F). Estos cables irán fijados a la estructura del seguidor y bajo tubo en zanja a la entrada de la caja de strings.

Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de CC (1500 Vcc). La sección del cableado será de 6 mm^2 Cu.

11.2. Cajas de agrupación o string

Las cajas de agrupación o cajas de string son las cajas de conexiones en corriente continua que combinan en paralelo los cables solares procedentes de los strings convergiendo en un único circuito. Se sitúan entre los generadores fotovoltaicos y los inversores.

Pueden tener diferente número de entradas. Para este proyecto se han considerado cajas de string de 12, 9 y 8 entradas.

Las cajas de string contarán al menos un fusible en uno de los polos positivo o negativo, con descargadores de sobretensión de clase I+II y un seccionador a la salida.

Estarán preparadas para su instalación exterior con IP54 y preparada para tensiones de 1.500 Vcc
Las cajas estarán provistas de un sistema de monitorización por cada una de sus entradas, que detectará faltas y enviará señales de alarma.

En el plano “EE-DW-01” se puede ver la configuración de las mismas.

11.3. Cableado de baja tensión en corriente continua

Los cables de baja tensión (BT) CC desde las cajas de string hasta los inversores han sido diseñados con una caída media máxima del voltaje de 1,0% en las condiciones STC. En cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) los cables son de aluminio, aislamiento XLPE y cubierta tipo PVC (Uo = 1,8 kV). Las secciones tipo a considerar para el cable enterrado serán de 400 mm^2 e irán directamente enterrados en zanjas.

Los componentes eléctricos de BT en CC deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del del equipo de CC que es de 1500 Vcc y que coincide con la tensión de entrada máxima del inversor.

11.4. Cableado de corriente alterna de baja tensión

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El conductor será de Aluminio, dispondrá de aislamiento XLPE o HEPR, pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

El cableado en CA de BT entre el inversor y el transformador en caso de centros de transformación integrados, dispone de una conexión diseñada y preparada en fábrica que permite una instalación más rápida y segura al no disponer de elementos en tensión accesibles una vez finalizada la instalación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

11.5. Transformador de baja a media tensión

Tabla 17: Características transformador BT/MT

TRANSFORMADOR BT/MT	
Potencia nominal	7,20 MVA
Frecuencia	50 Hz
Tipo	Sellado en aceite
Relación de tensiones	0,630/30 kV
Grupo de conexión	Dy11y11
Conmutador de tomas sin carga (primario)	±2,5%±5%
Nivel de aislamiento:	36 kV
Refrigeración	ONAN
Temperatura máxima ambiente	50ºC

11.6. Transformador de servicios auxiliares

Tabla 18: Características transformador servicios auxiliares

TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES	
Potencia nominal	5 kVA
Frecuencia	50 Hz
Tipo	Seco
Relación de tensiones	0,630/1,5 kV
Grupo de conexión	Dyn11

11.7. Celdas de media tensión

Se instalarán celdas compactas debido a que, entre otras ventajas, permiten una operación segura y sencilla, tienen pequeñas dimensiones y poco peso, aumentan la protección frente a condiciones ambientales y accidentes, y generalmente la manipulación e instalación es rápida y sencilla.

Habrá 3 celdas: 2 de línea (1 de entrada y 1 de salida) con interruptor o seccionador en carga y 1 celda de protección del transformador en el centro de transformación CT1. Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

Tabla 19: Características celdas media tensión

Tensión nominal	30 kV
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz	70 kV
Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo	170 kV
Corriente admisible asignada de corta duración 1 s	20 kA
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	630

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones	200/630
Frecuencia	50 Hz

11.8. Cableado de corriente alterna en media tensión

El cable de media tensión será de un solo núcleo de 18/30 kV de aluminio, con capa semiconductora extruida, aislamiento XLPE, pantalla de cinta de cobre y lecho extrudido de poliolefina termoplástica.

Los cables de media tensión deben cumplir con las normas nacionales e internacionales relacionadas. La sección del cableado será elegida de manera que se cumplan los criterios de caída de tensión máxima, de intensidad máxima admisible y de cortocircuito.

Los cables de media tensión de corriente alterna (CA) de los centros de transformación a la subestación del módulo de generación fotovoltaico se han calculado con una caída de tensión media máxima del 0,5 % y consideran los requerimientos del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT).

11.9. Sistema de puesta a tierra

El proyecto contará con un sistema de puesta a tierra con el objetivo de limitar las tensiones de paso y contacto que puedan producirse en la instalación, evitando así el peligro de electrocución.

La puesta a tierra de la implantación estará formada por una red radial que une todas las masas del módulo de generación fotovoltaico con un conductor de tierra enterrado bajo zanja, utilizando para ello cable desnudo de cobre enterrado de sección adecuada. El valor de la resistencia de puesta a tierra se determinará aplicando la legislación de referencia y será función de la resistividad del terreno.

Según lo establecido en el apartado 6.1 de la ITC-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En el caso de los centros de transformación, la puesta a tierra se efectuará mediante un anillo de cobre desnudo con ocho picas de puesta a tierra de unos 0,8 metros de profundidad. Este anillo se unirá a la red general de puesta a tierra del parque garantizando su equipotencialidad.

En la siguiente tabla se observan las secciones de cobre desnudo consideradas para cada elemento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 20: Secciones de puesta a tierra de la instalación

Secciones puesta a tierra	
Zanjeado BT	35 mm^2
Zanjeado MT	50 mm^2
Centro de transformación	95 mm^2

11.10. Protección contra descargas atmosféricas

- Nivel isoceráunico

El nivel isoceráunico indica el riesgo por actividad de rayos en una determinada zona o país. Esto está representado en mapas llamados mapas ceráunicos, donde líneas de diferentes valores (líneas isoceráunicas) determinan geográficamente las zonas de mayor o menor riesgo de actividad de rayos, mediante valores, que representan los días de tormentas por año donde al menos aparece un solo rayo.

Los datos de los mapas ceráunicos cambian su valor según cambia el comportamiento de las tormentas y su trayectoria. Cuando se tienen datos estadísticos a muy corto plazo no se pueden tomar como única referencia para un estudio de protección contra los rayos. Sin embargo, los datos acumulados durante años de estudio y registro, van mostrando una regularidad en el comportamiento ceráunico muy útil para tomar decisiones adecuadas para la protección contra los rayos.

- Cálculo de riesgos

Los riesgos relativos a descargas atmosféricas se evalúan estimando y comparando dos índices: el riesgo admisible y la frecuencia esperada de recibir impactos directos de rayo. El primero depende del valor de lo que se pretende proteger. El segundo depende de la región en la que se ubica el módulo de generación fotovoltaico.

Se realiza el cálculo en base a:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SU Seguridad de Utilización. Sección SU 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.
- La norma IEC 62305-2 (2004) utilizando el software IEC Risk Assessment Calculator: Version 3.0.3.
- La norma IEC 62305-2 (2010-12) utilizando el software DEHNsupport Toolbox versión 3.101 basado en la citada norma.

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos (Ne) sea mayor que el riesgo admisible (Na).

Mientras que la frecuencia esperada de impactos (Ne), depende de factores como la densidad de impactos geográfica, la superficie de captura o un coeficiente que determina el aislamiento de la superficie con respecto al entorno; el riesgo admisible (Na) depende de coeficientes relacionados con

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

el aislamiento de la superficie con respecto al entorno, del tipo de material de la instalación, de su contenido, de su utilidad y de la importancia del servicio prestado por la misma.

- La posibilidad de instalación de puntas franklin en cada uno de los centros de transformación

La instalación de un sistema pararrayos de protección contra tormentas eléctricas normalmente no se justifica para Módulos de generación fotovoltaicos, ya que el coste de los daños causados por el impacto directo de un rayo es muy inferior al coste de una instalación de protección contra este tipo de fenómenos meteorológicos.

No obstante, se tomarán las siguientes medidas contra el acoplamiento galvánico (sobretensiones acopladas por impactos directos de rayos) y contra el acoplamiento inductivo (sobretensiones inducidas):

- La resistencia de puesta a tierra no será superior a 5 Ω para que, ante eventuales impactos directos de rayos, las corrientes generadas encuentren un camino a través de la propia red de masas y de la puesta a tierra del módulo de generación fotovoltaico.
- Se conectarán todas las masas del módulo de generación fotovoltaico a una única red de tierras equipotencial.
- Las líneas de tierra se dispondrán a lo largo de todas las zanjas de cables para evitar la creación de lazos de corriente y generación de sobretensiones.
- Los cables de fuerza control y comunicaciones al ir generalmente enterrados bajo tubo previenen impactos directos.
- Se procurará realizar el conexionado de los paneles evitando la creación de “loops” de cableado como se recomienda en la IEC 62458 punto 7.4.3.3.
- Los inversores alojarán varistores descargadores de Tipo II tanto en la parte de CC como en la parte de CA.
- Los cuadros de baja tensión en CA alojarán varistores descargador de sobretensiones multipolar para protección de instalaciones de BT.
- Las tareas programadas de mantenimiento y de emergencias no deberán ser realizadas en caso de fuertes tormentas.

12. Sistemas de monitorización y control

El módulo de generación fotovoltaico contará con un sistema de monitorización y control que se encargará de monitorizar, supervisar y gestionar en tiempo real, todos aquellos equipos y parámetros esenciales del funcionamiento del proyecto.

Principalmente el sistema de monitorización y control permite, en términos generales:

- Supervisión y Control en tiempo real del módulo de generación fotovoltaico.
  - Arranque y parada del módulo de generación fotovoltaico.
  - Operación normal. Regulación de potencia activa y reactiva.
  - Control sobre los diferentes componentes y mandos.
- Monitorización de los parámetros de los diferentes componentes del proyecto.
- Registro de las estaciones meteorológicas.
- Registro de los datos históricos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Notificación de alarmas, faltas, eventos y disparos.

Para ello, la instalación contará con los siguientes dispositivos y medios de transmisión.

- Analizadores de redes para monitorización de la energía generada por los Strings.
- Módulos de comunicación en los contadores de medida para monitorización de la energía producida y exportada a la red.
- Módulo de adquisición de datos (data logger) en los inversores.
- Scada.
- Comunicación seguidores (trackers).
- Instrumentación: Sensores de temperatura, radiación y ambientales (estación meteorológica), relés de protección transformadores de potencia, otros.
- Cableados de interconexión.
- Power Plant Controller (PPC).

De forma general, este es el esquema que tendrá el sistema de monitorización en el proyecto.

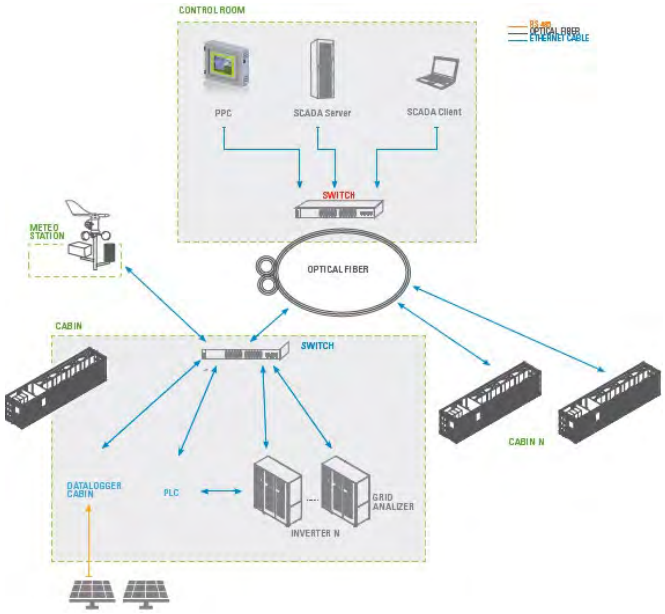


Ilustración 10: Esquema del sistema de monitorización del módulo

12.1. SCADA

Se instalará un cuadro de Scada en cada uno de los CT para la monitorización de cada subcampo, el cual monitorizará toda la información recibida y permitirá como mínimo:

- Organizar los dispositivos en grupos.
- Supervisar los datos mediante pantallas gráficas.
- Supervisar en tiempo real las variables monitorizadas.
- Almacenar los datos de cada variable.
- Elabora informes automáticos a medida.
- Configurar alarmas según las necesidades.
- Configurar discriminadores horarios.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Configurar a distintos usuarios.
- Supervisar la gestión de forma local mediante terminales situados en el centro de control, así como de forma remota, a distancia vía internet. Para ello, se necesitará un enlace de alta velocidad a internet, el cual será también usado para el sistema de seguridad.
- Gestionar y telecontrolar los inversores de cada anillo con una interface fácil e intuitiva.

Los diferentes cuadros Q-Scada existentes en cada uno de los CT estarán unidos entre sí mediante una red de fibra óptica, distribuida a lo largo de la implantación en varios anillos

12.2. Controlador de planta (PPC)

Mediante el PPC se puede controlar y regular en el módulo de generación fotovoltaico, determinados parámetros fijados por el operador del sistema eléctrico.

El PPC permite cumplir con las regulaciones establecidas por el operados del sistema eléctrico nacional respecto al punto de conexión recogiendo las consignas necesarias y aplicando las correcciones necesarias en cada momento para que los inversores y equipos asociados cumplan los requerimientos establecidos.

Entre los parámetros que puede regular el PPC destacan los siguientes:

- Tensión en el módulo de generación fotovoltaico.
- Control de frecuencia.
- Limitación de la producción.
- Limitación de potencia.
- Regulación de potencia reactiva.

Este dispositivo permitirá el cumplimiento de la disposición adicional primera del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

12.3. Estación meteorológica

Será la encargada de recoger en todo momento los datos de condiciones ambientales existentes mediante una serie de sensores meteorológicos con el fin de evaluar los índices de rendimiento del módulo de generación fotovoltaico, así como poder actuar frente a posibles alarmas meteorológicas.

Este proyecto contará con 1 estación meteorológica, que dispondrá al menos de los siguientes elementos.

- Datalogger con unidad de transmisión RS-485 y Ethernet incluyendo todas las conexiones desde los distintos sensores.
- Sistema de montaje sobre torreta incluyendo torre de 3m de altura.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Piranómetros EKO MS-80 ISO 9060 Clase estándar secundaria (según ISO 9060: 1990 e IEC 61724) o Sensor de irradiación de tipo A (piranómetro) uno instalado en horizontal, otro en el plano de los paneles por la cara anterior y el último en el plano de los paneles en la cara posterior, estos sensores deben estar previstos con 50 metros de cables.
- Anemómetro ultrasónico y veleta para medir la velocidad y dirección del viento.
- Sensor de temperatura de célula PT-1000.
- Sonda de temperatura ambiente y de célula y un higrómetro para medir la humedad relativa.
- Pluviómetro para media de precipitación de lluvia.
- Sensor de presión atmosférica.
- Cada estación meteorológica incluirá un panel fotovoltaico con la tecnología de silicio multicristalino y potencia 45W.
- Alimentación auxiliar mediante panel FV de 45W con una alimentación de respaldo a través de una batería.
- Visualizador frontal.

12.4. Estación de medida de suciedad

A continuación, se describen las características más relevantes relativas a las estaciones para la medición de suciedad en los paneles fotovoltaicos (“Soiling Station”):

- El suministrador deberá suministrar 2 estaciones para la medición de suciedad en los paneles fotovoltaicos (“Soiling Station”).
- Las estaciones deben poder ser conectadas al sistema SCADA del módulo de generación fotovoltaico para facilitar su monitorización remota.
- Las estaciones deben estar basadas en tecnología comercial disponible actualmente en el mercado, y debe ser acompañada de los correspondientes manuales y el soporte técnico adecuado.
- Las estaciones deben contar con alimentación auxiliar e instalarse en áreas separadas del módulo de generación fotovoltaico para permitir una adecuada representación del nivel de suciedad en el panel.

Además, deben contar con las siguientes características:

- Sistema automático de limpieza de los paneles de referencia para permitir la limpieza de los mismos sin necesidad de asistencia del personal técnico.
- Los paneles utilizados no deben contar con marco para evitar la acumulación de suciedad en el borde del mismo.

Es muy importante que el material suministrado pueda funcionar y sea apto para las condiciones del sitio. Todos los componentes suministrados cumplirán con la normativa vigente en España; todos los componentes estarán homologados para su uso en España.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Aplicará la última revisión vigente para las normas aplicables de acuerdo con las regulaciones de España. Sin embargo, en áreas donde dichos códigos y estándares son inferiores a los códigos y estándares reconocidos internacionalmente, se seguirán los estándares más estrictos.

El suministrador podrá proponer desviaciones a esta especificación, pero estas desviaciones deberán ser identificadas y justificadas adecuadamente. En caso de existir desviaciones deberán aparecer recogidas en una lista de desviaciones adjunta en la oferta.

Se deberán llevar a cabo ensayos de aprobación en fábrica de acuerdo a la norma IEC y estos deben ser incluidos en la oferta.

12.5. Comunicaciones de fibra óptica

Se dispondrá de una red comunicaciones mediante cable de fibra óptica en el módulo de generación fotovoltaico con el fin de comunicar aquellos equipos principales distantes entre sí, (distancias de más de 100 metros) como, por ejemplo, los centros de transformación, el sistema de seguridad CCTV perimetral o las NCU's con el cuadro de SCADA.

Esta red de fibra óptica se tenderá en zanja con una configuración en anillo y llegará al centro de control, donde se recogerán y analizarán todos los datos recogidos de los diferentes equipos monitorizados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

12.6. Comunicaciones RS-485

Se dispondrá una red de comunicaciones mediante cable RS-485 con el fin de comunicar aquellos equipos que estén relativamente cercanos entre si (distancias de menos de 100 metros) como, por ejemplo, las cajas de string entre sí y con el cuadro de SCADA ubicado en los centros de transformación.

12.7. Comunicaciones Ethernet

Las comunicaciones mediante cable Ethernet se realizarán entre aquellos equipos cuyas distancias entre si sean cortas, como, por ejemplo, las estaciones meteorológicas o inversores con los cuadros de SCADA ubicados en los centros de transformación.

12.8. Sistemas de control Coordinados PE y PFV

Según la Disposición adicional primera del Real Decreto 1183/2020 “Sistemas de control coordinados para garantizar que no se supera la capacidad de acceso otorgada”, las instalaciones de generación de electricidad cuya potencia total instalada supere la capacidad de acceso otorgada en su permiso de acceso deberán disponer de un sistema de control, coordinado para todos los módulos de generación e instalaciones de almacenamiento que la integren, que impida que la potencia activa que esta pueda inyectar a la red supere dicha capacidad de acceso.

Este control se realizará a nivel de SCADA para limitar la potencia inyectada para no superar en el punto de conexión a la red.

13. Sistema de seguridad (CCTV)

Se dispondrá de un sistema de seguridad y vigilancia en el módulo de generación fotovoltaico mediante un circuito cerrado de televisión (CCTV) que tendrá la siguiente funcionalidad:

- Permitir la visualización en tiempo real de todos los eventos producidos dentro del campo de aplicación.
- Permitir una alarma ante cualquier intento de entrada no autorizada y/o intrusión
- Permitir una visualización a distancia de las instalaciones del recinto
- Control central y/o remoto de todas las imágenes
- Almacenamiento y gestión de una base de datos de históricos de alarmas y actuaciones para posteriores consultas
- Almacenamiento de las imágenes

Las cámaras de vídeo incluirán cámaras térmicas y convencionales y cubrirán todo el perímetro del módulo de generación fotovoltaico sin dejar puntos ciegos. También se incluirán cámaras de tipo domo que permitan el giro para visualizar zonas de interés para la propiedad del Proyecto. Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente.

El sistema de seguridad estará conectado a una Central Receptora de Alarma 24 horas 365 días, con el fin de poder atender cualquier incidente por intrusión, vandalismo o sabotaje. Dispondrá de

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

alimentación de emergencia para poder funcionar al menos 72 horas en caso de fallo del suministro eléctrico.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

13.1. Cámara térmica

Las cámaras térmicas son unidireccionales y se dispondrán a lo largo de todo el perímetro de la implantación sin permitir puntos ciegos y tendrán un alcance aproximado de entre 100 y 200 metros.

13.2. Cámara domo

Las cámaras domo se situarán en puntos clave del módulo de generación fotovoltaico como el acceso debido a que pueden girar y de esta manera cubrir mejor una zona determinada.

13.3. Báculos

Los báculos serán el soporte de las cámaras del sistema CCTV. Serán metálicos y con una altura aproximada de unos 3,5 metros. Llevarán una cimentación de hormigón con dimensiones aproximadas de 0,5m ancho x 0,5m largo x 1,05m profundidad.
Estarán puestos a tierra conectados a la red de tierras general del parque o mediante una pica de tierras con una longitud aproximada de 2 metros.

13.4. Rack de servidores

Los servidores del sistema se instalarán en un rack ubicado en el edificio de control.

El servidor contará con un sistema de alimentación ininterrumpida incluido dentro del propio rack que asegure el correcto funcionamiento del sistema de control en caso de pérdida de la alimentación principal.
El sistema UPS será de tipología on-line de doble conversión dotado de comunicaciones con el servidor y en el que se podrá consultar el estado de la batería y gestionar el apagado ordenado de los equipos.

14. Protección contra incendios (PCI)

Los incendios forestales han sufrido un importante incremento en los dos últimos decenios, tanto en su número como en la superficie total afectada por los mismos. Este incremento es imputable no sólo a causas meteorológicas, sino también a diversas causas estructurales y coyunturales. Así, un fenómeno que era natural en nuestros ecosistemas, ha derivado en un importante problema ecológico, social y económico por la importancia de las pérdidas que ocasionan, por su grave repercusión en la protección del suelo contra la erosión y, en general, por su impacto negativo sobre el patrimonio natural.

Por ello, se dispondrá un sistema PCI en el módulo de generación fotovoltaico que incluirá lo siguiente:

- Extintores portátiles de CO2 ubicados en cada centro de transformación y en el edificio multiusos.
- Foso de retención de aceite con cantos rodados apagallamas en su superficie, bajo cada uno de los transformadores de potencia.

14.1. Medidas preventivas

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

A continuación, se describe el periodo y zona de riesgo de incendio a tener en cuenta según la Administración:

- La Administración, establece la época de peligro de incendios forestales durante el periodo comprendido entre el 1 de abril y el 15 de octubre, ambos incluidos.
- El departamento competente en materia de medio ambiente podrá declarar de alto riesgo aquellas zonas que por sus características muestren una mayor incidencia y peligro en el inicio y propagación de los incendios o de la importancia de los valores amenazados precisen de medidas especiales de protección.
- Dicha declaración de Alto Riesgo conllevará la aprobación de un plan de defensa, que contenga la delimitación de dichas zonas y las medidas a aplicar, así como el restante contenido que prevea la legislación básica estatal, y que se incluirá en el apartado de prevención contra incendios forestales del plan de ordenación de los recursos forestales correspondiente a la comarca donde se ubiquen.

En la Fase de construcción se tendrá en cuenta:

- El no entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales.
- Generación de polvo, en las fases de construcción y desmantelamiento, que podría ser, si se diesen las circunstancias oportunas, explosivo, y por ello, ser fuente generadora de incendio.
- Acumulación y acopio de materiales fácilmente inflamables, o capaces de originar focos de fuego en días calurosos como puede ser metales o materiales reflectantes.
- Utilización de maquinaria que en su arranque o durante su funcionamiento podría originar chispas y poder ser detonante de un incendio.
- Para los transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total del líquido dieléctrico del transformador. En dicho depósito se dispondrán de cortafuegos tales como lechos de guijarros, etc.
- En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300°C y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones.
- Si los transformadores utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300°C podrán omitirse las anteriores disposiciones, será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior, además, deberán preverse que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.
- Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.
- Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

14.2. Medidas para disminuir el riesgo de incendio

En primer término, se analizan los posibles impactos negativos diferenciándolos en los generados en fase de ejecución como son la producción de incendios forestales, entorpecimiento de operaciones

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

de extinción por corte de caminos o pistas forestales, de los de explotación, como son los posibles incendios que se puede producir debido a un mal funcionamiento de la instalación.

A continuación, se proponen una serie de Medidas para la fase de construcción:

- Según Normativa, durante la fase de construcción y desmantelamiento se quedará prohibido el empleo de fuego en la zona.
- Para evitar el incremento de partículas en suspensión, polvo, etc. durante las obras, y que de esta forma se produzca una mínima alteración del medio ambiente atmosférico, se proponen las siguientes medidas: o Evitar que el material removido quede directamente a merced del viento, acopiando el mismo a reparo, o mantenerlo constantemente húmedo ante la previsión de vientos, evitando así la voladura de los materiales más finos del suelo.
- Regar periódicamente los accesos y todas aquellas vías que sean necesarias para el acceso a la obra y que estén desprovistos de capa asfáltica de rodadura, para reducir al mínimo el levantamiento de polvo durante la fase de obras.
- Habrá un agente forestal encargado de vigilar que las obras se realicen con el menor riesgo posible de incendio. Esta persona se pondrá en contacto con las brigadas de extinción en caso de producirse alguna incidencia de este tipo.
- Limpiar la zona en la que se efectúen actividades en las que se utilice un soplete o elemento similar, en un radio de 3.5 m. Dichas tareas, se efectuarán con un radio mínimo de 10 m de distancia de árboles que posean una circunferencia mayor de 60 cm, medida ésta a 1,20 m del suelo.
- En todas las actuaciones en la que intervengan máquinas, sean automotrices o no, que utilicen materiales inflamables y que puedan ser generadoras de riesgo de incendio o de explosión, se facilitará un extintor (tipo ABC) de 5 kg a menos de 5 m de la misma.
- La maquinaria que funcione defectuosamente será sustituida, ya que puede producirse un incendio al saltar una chispa.
- En todo momento se mantendrán en buen estado de conservación y libres de obstáculos los caminos y pistas forestales afectados por los trabajos, de tal manera que no interrumpa el funcionamiento normal de los medios de prevención y extinción de incendios.
- Para el adecuado cumplimiento de las medidas de seguridad, se alertará del riesgo de incendios forestales con la colocación de carteles informativos, en aquellas áreas más susceptibles de sufrir un incendio (masas forestales, matorrales…) además de en los principales accesos del módulo de generación fotovoltaico.
- En la revegetación de taludes, las especies forestales que se utilicen tendrán que mantener un contenido de humedad elevado durante la época de máximo riesgo de incendio.
- Se retirarán inmediatamente todos los restos de los desbroces.
- Seleccionar, dentro de las especies adecuadas para la revegetación en esta zona, aquellas menos inflamables.
- Contemplar en la restauración la pendiente adecuada.

A su vez, también se contemplan una serie de Medidas para la fase de explotación:

- Los viales perimetrales e interiores servirán a modo de cortafuegos en caso de incendio.
- Se vigilarán así mismo las instalaciones, de manera que éstas estén en perfectas condiciones y no puedan provocar riesgos de incendio. En estas inspecciones periódicas se revisarán fundamentalmente las subestaciones eléctricas y la línea de alta tensión. En esta fase, la

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

vigilancia se llevará a cabo por el personal dedicado al mantenimiento de los módulos de generación fotovoltaicos.
- Se reforzará la vigilancia en la zona de influencia mediante sistemas automáticos de detección de incendios forestales

15. Seguridad y Salud

En cumplimiento con el RD1627/1997, de 24 de octubre, relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se establece la obligatoriedad de elaborar un estudio de seguridad y salud que se adjunta en el documento correspondiente de este proyecto.

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, establece en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a las obras de construcción. El artículo 4 de dicho RD establece la obligatoriedad del promotor de la obra a que en fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud o un estudio básico de seguridad y salud de las obras.

El Estudio de Seguridad y Salud es un documento en el que se establecen las medidas de prevención y protección técnica, que son vitales para la realización de una obra en las condiciones correctas de seguridad, salud y protección de riesgos laborales.

El Estudio de Seguridad y Salud debe ser realizado por un técnico especializado y competente, designado por el promotor de la obra.
De acuerdo con el ya citado artículo, “dicho estudio deberá formar parte del proyecto de ejecución de obra o, en su caso, del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.”

Según lo establecido en el artículo 4 del R.D. 1627/1997, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en aquellas obras donde se cumplan algunas de las siguientes condiciones:

1. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 euros.
2. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
3. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
4. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas

En los proyectos que no pertenezcan a ninguno de los apartados anteriores, el/la promotor/a debe elaborar un estudio básico de seguridad y salud durante la fase de redacción.

16. Gestión de Residuos

Con carácter general, la producción, almacenamiento y gestión de residuos se realizará de acuerdo con lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

así como de la normativa medioambiental de aplicación a actividades de gestión de residuos como en el Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación o el Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Así como las normativas específicas para cada flujo de residuos.
Los productores o poseedores iniciales de residuos actuarán de acuerdo con lo que la normativa establezca para cada tipo de residuo garantizando su almacenamiento en condiciones de higiene y seguridad, su adecuada separación y etiquetado, si así se requiriera, y su tratamiento mediante gestor autorizado, acreditándolo documentalmente.

Además de los requisitos exigidos por la legislación sobre residuos, el productor de residuos de construcción y demolición, de acuerdo Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de estos residuos, deberá de incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de demolición y construcción.

La persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos que se ajustara en su contenido a lo establecido en el anejo de Gestión de Residuos incluido en la memoria descriptiva del proyecto.

17. Descripción de servicios existentes y afecciones a terceros

En la siguiente imagen se muestran las afecciones del módulo de generación fotovoltaico y su línea de evacuación:

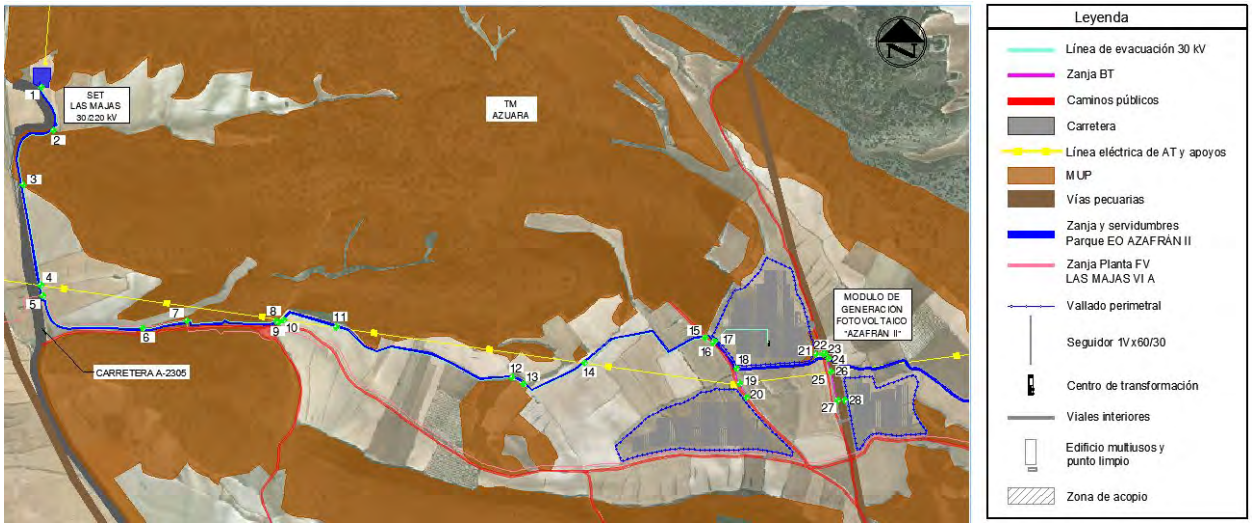


Ilustración 11: Afecciones del módulo de generación fotovoltaico y la línea de evacuación

Teniendo los siguientes cruzamientos:

- C1: Inicio paralelismo zanja parque eólico AZAFRÁN II

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- C2: Inicio MUP
- C3: Fin MUP
- C4: Cruce con línea aérea AT
- C5: Cruce con zanja planta fotovoltaica LAS MAJAS VI A
- C6: Inicio MUP
- C7: Cruce con zanja planta fotovoltaica LAS MAJAS VI A
- C8: Fin MUP
- C9: Cruce con zanja parque eólico AZAFRÁN II
- C10: Cruce con línea aérea AT
- C11: Cruce con línea aérea AT
- C12: Inicio MUP
- C13: Fin MUP
- C14: Cruce con línea aérea AT
- C15: Fin paralelismo zanja parque eólico AZAFRÁN II
- C16: Cruce con camino público
- C17: Cruce con zanja parque eólico AZAFRÁN II
- C18: Cruce zanja BT con zanja parque eólico AZAFRÁN II
- C19: Cruce zanja BT con línea aérea AT
- C20: Cruce zanja BT con camino público
- C21: Cruce zanja BT con MUP
- C22: Cruce zanja BT con camino público
- C23: Inicio cruce zanja BT con VVPP
- C24: Cruce zanja BT con zanja parque eólico AZAFRÁN II
- C25: Cruce zanja BT con línea aérea AT
- C26: Fin cruce zanja BT con VVPP
- C27: Inicio cruce zanja BT con VVPP
- C28: Fin cruce zanja BT con VVPP

17.1. Relación de separatas

Las separatas a realizar son dirigidas a los siguientes organismos:

- Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) (MUP y Vía pecuaria Vereda de la Puebla).
- Diputación provincial de Zaragoza: carretera A-2305.
- Ayuntamiento de Azuara.

18. Relación de bienes y derechos afectados

La relación de bienes y derechos afectados se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

- Ley de Expropiación Forzosa de diciembre de 1954.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En el Anejo “TN-DO-01” se especifican los criterios concretos aplicados y las superficies necesarias.

19. Relación de municipios afectados

Los municipios afectados por el proyecto y la línea de evacuación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21: Municipios afectados

Nombre del Municipio
Azuara

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

20. Plazo de ejecución de los trabajos

El plazo de ejecución de los trabajos es de aproximadamente 5 meses.

Tabla 22: Plazo estimado de ejecución de los trabajos

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
CONSTRUCCIÓN MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO					
1. Trabajos previos de acondicionamiento					
2. Trabajos obra civil (Actividades de ejecución de caminos, cimentaciones, zanjas, etc)					
3. Trabajos eléctricos					
4. Cuadros de corriente alterna					
5. Inversores, transformadores y celdas de MT					
6. Instalación de estructura					
7. Instalación de paneles solares					
8. Circuito Cerrado de Televisión					
9. Comunicaciones y monitorización					
10. Vallado					
CONEXIÓN Y TRABAJOS FINALES DE FINALIZACIÓN DE OBRA					

21. Presupuesto

El presupuesto total del proyecto alcanza un importe de 3.950.945,01 €.

El desglose completo se encuentra en el anejo de Mediciones y Presupuesto “DT-PU-01”.

22. Conclusión

Con lo expuesto en la presente memoria, planos y demás documentos adjuntos, se considera suficientemente descritos los elementos constitutivos y las actuaciones constructivas derivadas de la instalación y funcionamiento del módulo de generación fotovoltaico.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

Cálculos civiles

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802329.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1 ÍNDICE

1. Movimiento de tierras 2
2. Viales 4
3. Vallado 8
4. Zanjas 13
5. Cimentaciones 15
Cimentaciones estructura fotovoltaica (seguidor) 15
Cimentaciones centros de transformación 16
Cimentación de vallado 16
Cimentación estación meteorológica 17
Cimentación báculos CCTV 17
Cimentaciones NCU 17
Cimentación edificio multiusos 18
Cimentación punto limpio 18
6. Hidrología y drenajes 19
Cuencas vertientes en el emplazamiento 19
Subcuencas 20
Cálculos pluviométricos 21
Cálculo de caudales 24
Resultados de los cálculos 32
Elementos de drenaje 33

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

1. Movimiento de tierras

La filosofía para el diseño y cálculo del movimiento de tierras adoptada en este proyecto es la de realizar el mínimo necesario para la correcta instalación de las estructuras fotovoltaicas dentro de sus tolerancias, con el fin de mantener al máximo las condiciones originales del terreno, tanto de pendientes como de los flujos naturales de agua.

Principalmente se realizarán dos tipos de movimiento de tierras en el módulo de generación fotovoltaico. El necesario para explanaciones donde irán ubicados los seguidores y el resultante del trazado de los viales, que se indicará en el apartado 2 del presente documento.

Estos movimientos de tierras se han diseñado de tal manera que eviten embalsamientos de agua y favorezcan la evacuación de las aguas de escorrentía, así como evitar la generación de desniveles importantes entre estructuras que pudieran ocasionar sombras entre estructuras.

Las tolerancias de la estructura consideradas para este proyecto son:

- Máxima pendiente asumible N-S: 15%
- Máxima pendiente asumible E-O: Ilimitado
- Máximas irregularidades del terreno asumibles por las hincas de un mismo seguidor: 30 cm

Para el diseño y cálculo del movimiento de tierras, se ha partido del modelo digital del terreno MDT05 descargado del centro nacional de descargas (CNIG), el cual tiene una precisión de tamaño de malla de puntos de 5m. A partir del cual, mediante un software específico, se genera un modelo digital del terreno (DTM) en 3D, que permite el análisis de las zonas de implantación de estructuras para evaluar si en esas zonas, el terreno cumple para instalar las estructuras dentro de tolerancias.

Una vez analizado todos los seguidores y realizadas las explanaciones necesarias, se genera un nuevo modelo digital del terreno modificado, el cual, se compara con el modelo digital original para obtener los volúmenes de desmonte y terraplén necesarios para realizar dichas explanaciones.

Una vez se obtienen los volúmenes de desmonte y terraplén iniciales, se procede al ajuste en elevación de las explanaciones para compensar tierras, de tal manera que no se genere excedente de tierras ni haga falta tierra de préstamo para completar dichas explanaciones.

Para la compensación de las tierras se ha tenido en cuenta la capa de tierra vegetal existente en zonas de explanación, debido a que la tierra vegetal no es válida para ejecutar rellenos y porque en zonas de relleno se debe retirar la tierra vegetal y rellenar con material adecuado.

Al no disponer de informe geotécnico del terreno, se ha considerado un espesor de tierra vegetal de 20 cm.

Una vez realizados los ajustes necesarios para la compensación de tierras tal y como se ha indicado, se han obtenido los siguientes volúmenes de movimiento de tierras.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 1: Volúmenes de movimiento de tierras

Cálculos movimiento de tierras	
Volumen tierra vegetal	10.293,12 m³
Volumen desmonte	7.306,86 m³
Volumen terraplén	6983,76 m³
Volumen Neto	323,10 m³ Desm

Los datos obtenidos son preliminares y se definirán con mayor precisión en fase de ingeniería de detalle cuando se disponga de topografía de detalle, del informe geotécnico definitivo y de las tolerancias definitivas indicadas por el fabricante para este proyecto.

En el plano: CE-DW-09 "Acondicionamiento y Movimiento de tierras" se representan las zonas de desmonte y terraplén necesarias y la topografía final resultante tras el movimiento de tierras.
A continuación, se muestra una imagen de dicho plano.

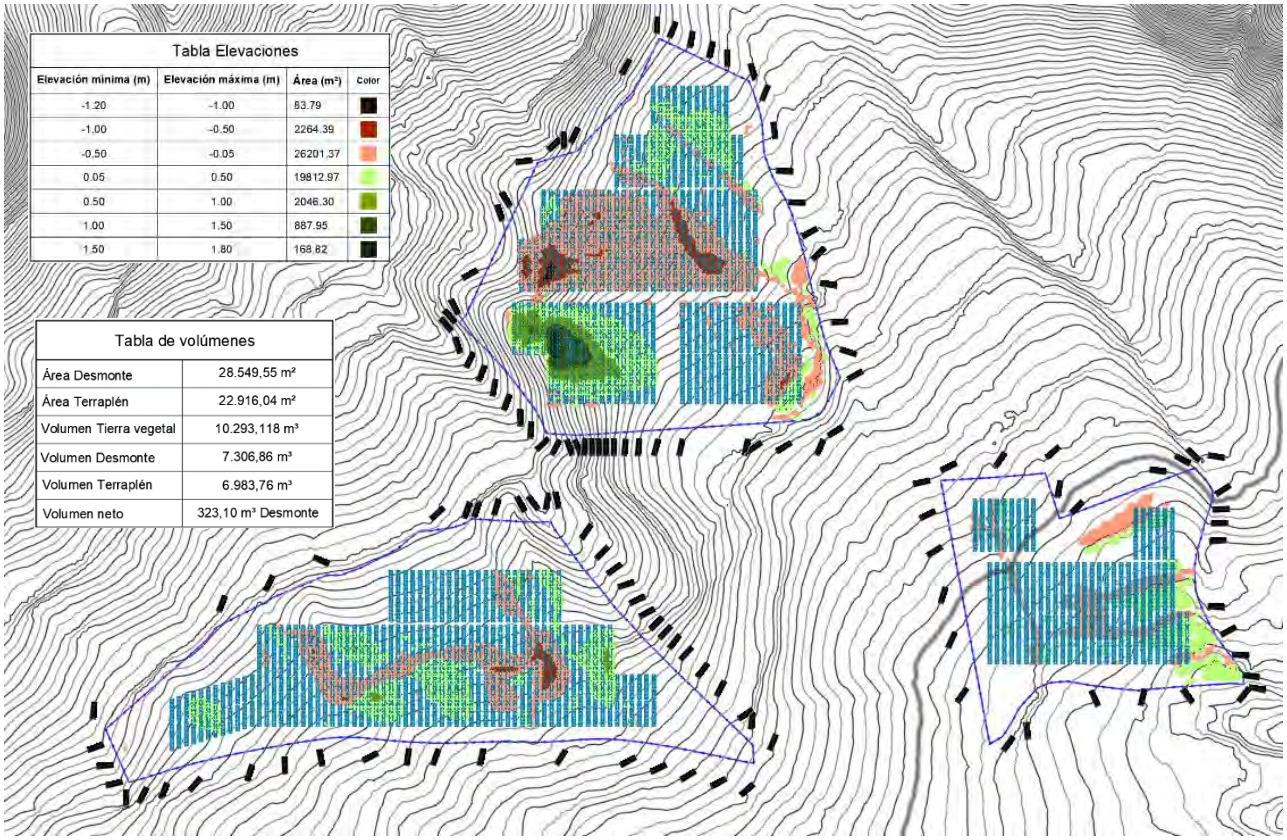


Ilustración 1: Movimiento de tierras

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

2. Viales

Se ha diseñado una red de viales interiores en el módulo de generación fotovoltaico que garantiza el acceso a todos los centros de transformación, al edificio multiusos y punto limpio.

El diseño del trazado de la red de viales del proyecto se ha realizado teniendo en cuenta, tanto el movimiento de tierras, como el estudio de drenajes realizado, con la finalidad de que sean lo más funcionales posibles en la etapa de construcción y explotación del módulo de generación fotovoltaico.

Sección tipo viales internos

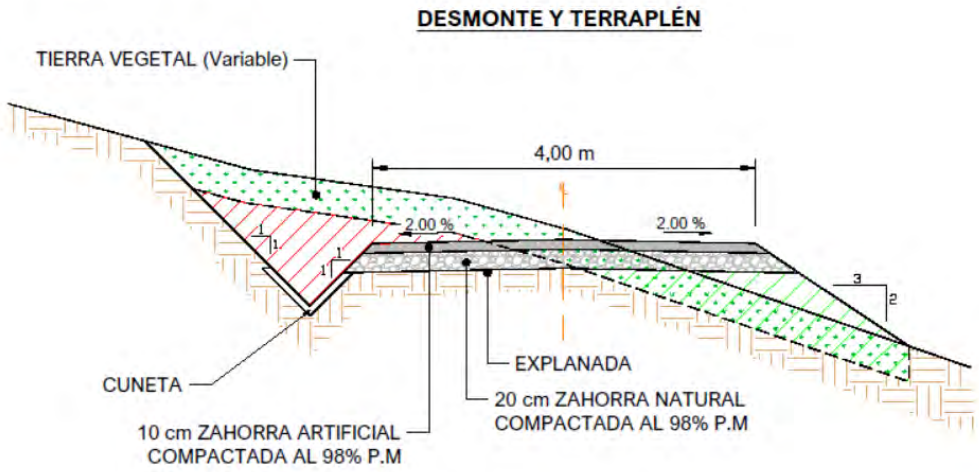


Ilustración 2: Sección tipo viales internos

La sección tipo considerada es de 4 metros de ancho y se puede ver en detalle en el plano CE-DW-11 “sección tipo de viales”.

En las explanadas realizadas para los viales, el material empleado en el terraplén, será correspondiente a los usos en cada una de sus zonas, teniendo en cuenta el artículo 330 del PG3. El nivel de explanada bajo el paquete de firme será como mínimo E1 (5≤CBR≤10). En ningún caso será apto para terraplén el material marginal.

El material de relleno se extenderá en tongadas de 30 cm, obteniendo un nivel de compactación con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.

El firme previsto se ejecutará una capa de coronación de explanada con suelo adecuado. Como coronación se extenderá zahorra artificial en una capa base de 10 cm, y bajo esta, una capa sub-base de zahorra natural de 20 cm de espesor, el nivel de compactación de ambas capas se corresponderá

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

con una densidad seca no inferior al 98% de la máxima referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado. Las zahorras cumplirán las prescripciones que figuran en el artículo 510 del PG3.

Se ha evitado que los viales tengan una pendiente longitudinal superior al 10%. De ser necesario, en zonas de pendiente de más del 10% se pavimentarán adecuadamente para garantizar el rodaje de vehículos pesados.

La solución adoptada se justificará para que cumpla su función para un periodo de tiempo de 25 años sin que haya que rehacer por completo el firme.

El tipo y dimensiones de las cunetas que se muestran podrán variar en función de los cálculos hidráulicos del emplazamiento.

Criterios de diseño del trazado de viales

- Ancho viales internos: 4 m
- Radios de giro mínimos: 10 m en el eje del vial.
- Pendiente longitudinal máxima: 10%
- Acuerdos verticales: KV mínimo: 450
- Bombeo: 2%

Se han proyectado un total de 3 viales para este proyecto.

A continuación, se muestran las características de cada una de las alineaciones correspondientes a cada vial.

Tabla 2: Características viales

TABLA DE CARACTERISTICAS DE VIALES								
VIAL 01								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	28.285m	0+000.00m	0+028.29m	(676386.2855,4574930.5688)	(676391.5853,4574958.3532)		
2	Curva	1.885m	0+028.29m	0+030.17m	(676391.5853,4574958.3532)	(676391.7624,4574960.2269)	10.000m	1.882m
3	Línea	34.417m	0+030.17m	0+064.59m	(676391.7624,4574960.2269)	(676391.7624,4574994.6437)		
VIAL 02								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	42.554m	0+000.00m	0+042.55m	(676604.0872,4575035.0976)	(676644.5067,4575048.4073)		
2	Curva	12.527m	0+042.55m	0+055.08m	(676644.5067,4575048.4073)	(676651.3790,4575057.9056)	10.000m	11.724m
3	Línea	36.424m	0+055.08m	0+091.50m	(676651.3790,4575057.9056)	(676651.3790,4575094.3292)		
4	Curva	15.708m	0+091.50m	0+107.21m	(676651.3790,4575094.3292)	(676661.3790,4575104.3292)	10.000m	14.142m
5	Línea	33.192m	0+107.21m	0+140.40m	(676661.3790,4575104.3292)	(676694.5710,4575104.3292)		
VIAL 03								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	41.869m	0+000.00m	0+041.87m	(676525.9818,4575327.0271)	(676485.1616,4575317.7134)		

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2	Curva	2.243m	0+041.87m	0+044.11m	(676485.1616,4575317.7134)	(676482.9371,4575317.4629)	10.000m	2.239m
3	Línea	217.258m	0+044.11m	0+261.37m	(676482.9371,4575317.4629)	(676265.6794,4575317.4629)		
VIAL 04								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	48.620m	0+000.00m	0+048.62m	(676474.0634,4575317.4629)	(676474.0634,4575366.0829)		
VIAL 05								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	87.420m	0+000.00m	0+087.42m	(676398.8714,4575317.4629)	(676398.8714,4575230.0429)		

En las siguientes tablas se muestran las cantidades referentes al movimiento de tierras y al paquete de firmes de cada uno de ellos.

Tabla 3: Movimientos de tierra del vial 01

VIAL 01	
LONGITUD	64,587 m
DESBROCE T.V.	67,254 m³
DESMONTE	97,47 m³
TERRAPLEN	0 m³
ZAHORRA ARTIFICIAL	51,6696 m³
ZAHORRA NATURAL	25,8348 m³

Tabla 4: Movimientos de tierra del vial 02

VIAL 02	
LONGITUD	140,405 m
DESBROCE T.V.	166,178 m³
DESMONTE	215,35 m³
TERRAPLEN	0,04 m³
ZAHORRA ARTIFICIAL	112,324 m³
ZAHORRA NATURAL	56,162 m³

Tabla 5: Movimientos de tierra del vial 03

VIAL 03	
LONGITUD	261,37 m
DESBROCE T.V.	305,182 m³
DESMONTE	463,29 m³
TERRAPLEN	17,33 m³

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ZAHORRA ARTIFICIAL	209,096	m³
ZAHORRA NATURAL	104,548	m³

Tabla 6: Movimientos de tierra del vial 04

VIAL 04		
LONGITUD	48,62	m
DESBROCE T.V.	50,222	m³
DESMONTE	62,99	m³
TERRAPLEN	3,08	m³
ZAHORRA ARTIFICIAL	38,896	m³
ZAHORRA NATURAL	19,448	m³

Tabla 7: Movimientos de tierra del vial 05

VIAL 05		
LONGITUD	87,42	m
DESBROCE T.V.	105,448	m³
DESMONTE	135	m³
TERRAPLEN	0	m³
ZAHORRA ARTIFICIAL	69,936	m³
ZAHORRA NATURAL	34,968	m³

Tabla 8: Movimientos de tierra totales de los viales

TOTAL VIALES		
LONGITUD	553,782	m
DESBROCE T.V.	694,284	m³
DESMONTE	974,1	m³
TERRAPLEN	20,45	m³
ZAHORRA ARTIFICIAL	481,9216	m³
ZAHORRA NATURAL	240,9608	m³

Una vez se disponga del estudio geotécnico definitivo, se procederá al cálculo definitivo y justificación del paquete de firmes teniendo en cuenta los parámetros geotécnicos del terreno.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3. Vallado

El vallado perimetral propuesto para el módulo de generación fotovoltaico está constituido por una malla metálica cinegética instalada sobre postes metálicos cada 3 metros.

El vallado cumplirá con las prescripciones resultantes de los trámites ambientales.

El vallado se diseñará de manera que sea lo más permeable posible al paso de las aguas, evitando en la medida de lo posible ser un obstáculo a la corriente y a los materiales que ésta arrastre, en régimen de avenidas.

Se deberá asegurar el anclaje del vallado para evitar que éste sea arrastrado por las aguas ante una situación de avenida, lo que podría causar nuevas afecciones si llega a ocasionar un obstáculo aguas abajo.

La altura total del vallado será de 2 metros y la altura libre al suelo será de 20 cm, con huecos de 300cm² que permitan el paso de pequeños mamíferos.

El cerramiento carecerá de elementos cortantes o punzantes y en ningún caso estará electrificado.

Se instalará una puerta de acceso para vehículos en cada recinto de vallado. Dicha puerta será de doble hoja abatible con marco metálico y una anchura total de 6 metros.

Este proyecto consta de 3 recintos de vallado, por lo que se instalarán 3 puertas de acceso.

La cimentación, tanto de los postes que soportan la malla como de la puerta de acceso, serán de hormigón en masa HM-20, de dimensiones aproximadas de 30x30x50 cm.

Los detalles constructivos del vallado quedan definidos en el plano CE-DW-20 “Detalles de vallado”

A continuación, se muestran los detalles del vallado y la puerta de acceso.

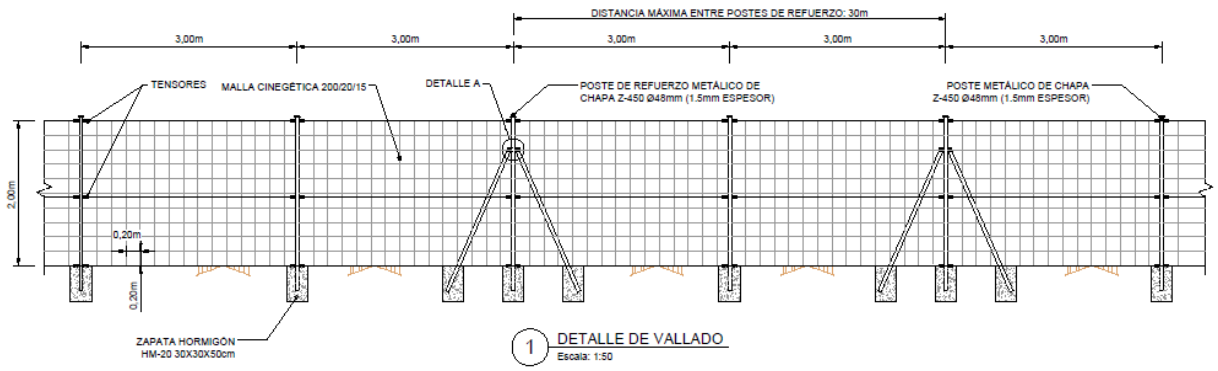


Ilustración 3: Detalle vallado

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

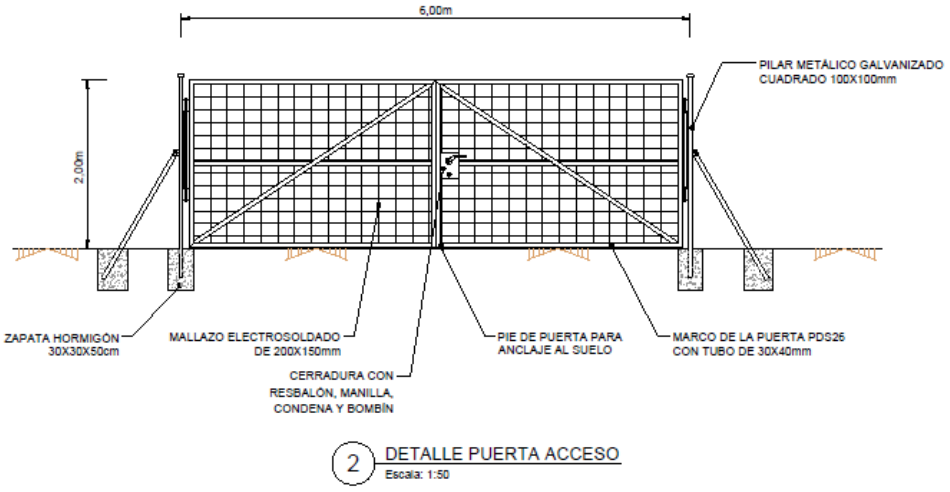


Ilustración 4: Detalle puerta de acceso

A continuación, se muestra una imagen de la planta de vallado del módulo de generación fotovoltaico, el cual se puede ver con más detalle en el plano CE-DW-19 "Planta de vallado":

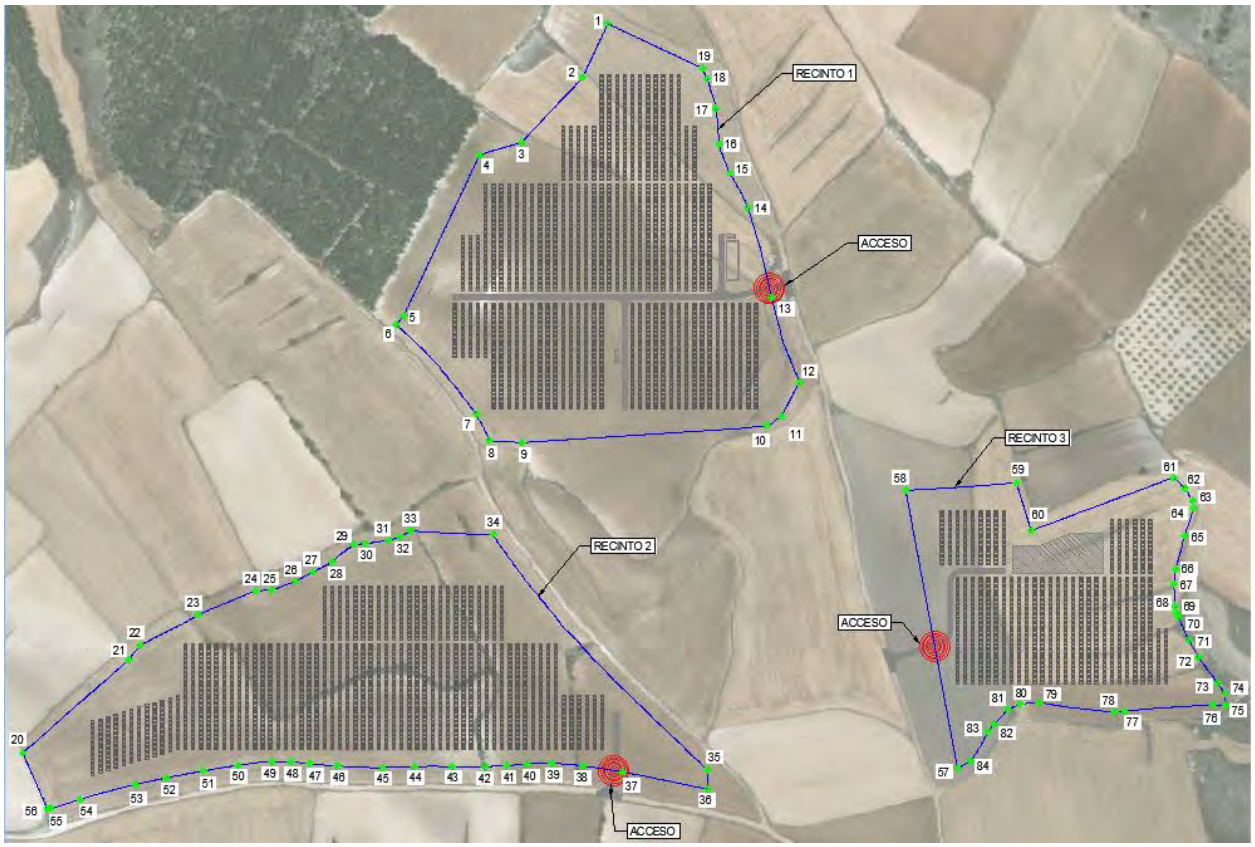


Ilustración 5: Vallado perimetral

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALLANO

En la siguiente tabla, se indica la longitud y el área de cada recinto de vallado:

Tabla 9: Longitud y área vallado perimetral

Características Vallado Perimetral	
Recinto 1	
Longitud	1.011 m
Area	6,52 Ha
Recinto 2	
Longitud	1.250 m
Area	6,22 Ha
Recinto 3	
Longitud	891 m
Area	3,49 Ha
Totales	
Longitud	3.152 m
Area	16,23 Ha

Los recintos de vallado quedan definidos por las siguientes coordenadas de cada uno de sus vértices, en el sistema UTM ETRS89 Huso 30N.

Tabla 10: Coordenadas vallado perimetral Recinto 1

RECINTO 1		
Nº de punto	X	Y
1	676385,676	4575529,414
2	676366,031	4575487,610
3	676318,538	4575437,083
4	676286,144	4575427,797
5	676226,891	4575302,161
6	676221,378	4575296,037
7	676283,447	4575225,921
8	676293,600	4575205,447
9	676319,218	4575204,099
10	676509,465	4575217,378
11	676520,607	4575224,674
12	676534,621	4575251,110
13	676512,922	4575316,919
14	676494,717	4575386,085
15	676480,406	4575413,283
16	676472,157	4575435,816

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

17	676469,561	4575463,590
18	676462,790	4575486,836
19	676459,366	4575494,735

Tabla 11: Coordenadas vallado perimetral Recinto 2

RECINTO 2		
Nº de punto	X	Y
20	675931,083	4574963,074
21	676013,509	4575035,473
22	676022,327	4575046,526
23	676067,196	4575070,413
24	676112,240	4575089,157
25	676124,648	4575089,336
26	676142,800	4575096,264
27	676156,459	4575103,477
28	676171,651	4575111,261
29	676188,407	4575125,055
30	676197,201	4575125,524
31	676215,513	4575128,241
32	676224,539	4575130,995
33	676232,110	4575135,499
34	676296,645	4575133,132
35	676462,901	4574949,955
36	676463,543	4574934,932
37	676396,966	4574948,247
38	676366,329	4574952,947
39	676342,041	4574955,016
40	676322,716	4574954,483
41	676306,729	4574953,179
42	676290,236	4574952,317
43	676264,620	4574952,275
44	676235,457	4574952,175
45	676210,750	4574951,572
46	676175,466	4574952,797
47	676153,794	4574954,733
48	676139,318	4574956,176
49	676124,327	4574956,425
50	676098,216	4574953,365
51	676071,292	4574948,848

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

52	676042,805	4574943,706
53	676018,607	4574938,485
54	675975,798	4574926,893
55	675952,975	4574920,021
56	675950,207	4574919,630

RECINTO 3		
Nº de punto	X	Y
57	676657,392	4574950,869
58	676617,220	4575166,954
59	676703,075	4575172,893
60	676714,690	4575135,671
61	676825,199	4575176,923
62	676834,085	4575168,631
63	676839,988	4575159,281
64	676840,683	4575153,298
65	676833,760	4575131,250
66	676827,030	4575105,534
67	676825,496	4575094,426
68	676826,141	4575083,522
69	676826,515	4575077,338
70	676829,192	4575068,675
71	676837,378	4575050,461
72	676844,820	4575037,034
73	676859,580	4575017,291
74	676864,858	4575009,200
75	676865,986	4574999,813
76	676855,882	4575000,470
77	676787,350	4574995,474
78	676779,380	4574994,677
79	676720,867	4575002,306
80	676706,526	4575000,968
81	676696,878	4574996,870
82	676685,834	4574985,113
83	676680,933	4574979,272
84	676667,500	4574956,573

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4. Zanjas

Se ha proyectado una red de zanjas tanto en baja como en media tensión, para canalizar los cables eléctricos del módulo de generación fotovoltaico.

Los detalles constructivos de las zanjas quedan definidos en el plano CE-DW-15 “Planta de zanjas” del proyecto.

De manera general, sobre el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena fina lavada de espesor variable donde se alojarán, tanto el cable de cobre desnudo de la red de tierras como los cables directamente enterrados. Sobre esta capa se rellenará 30 cm con suelo seleccionado compactado al 95% P.M donde se alojarán los cables que vayan bajo tubo. Sobre esta capa, se colocará protección mecánica y se rellenará con tierra procedente de la propia excavación cribada y compactada al 95% P.M. a unos 15cm de la superficie se colocará cinta de señalización y se seguirá rellenando y compactando con este material hasta alcanzar el nivel del suelo explanado.

En los cruces de zanjas con caminos, los cables irán entubados y recubiertos de hormigón tal y como se indica en los planos incluidos en el proyecto.
En los cruces de zanjas con cauces, la generatriz superior de los tubos deberá quedar al menos 1,5 m por debajo del lecho del cauce en barrancos y cauces de pequeña entidad y 2,00 m en ríos (siempre que se trate de ríos principales), debiendo dejar el cauce y márgenes afectados por el cruce en su estado primitivo, cuidando de que la protección y lastrado de los tubos alcance hasta la zona inundable en máximas avenidas.

La zanja en la que se alojarán los tubos a instalar será rellenada con material procedente de la excavación del lecho, al menos en los 0,3 – 0,5 m superiores, no provocando ninguna elevación de la cota del lecho del cauce respecto a la cota inicial existente.
A continuación, se muestra algún ejemplo de zanja para baja y media tensión y para comunicaciones.

Ejemplos de zanjas de string y string + BT

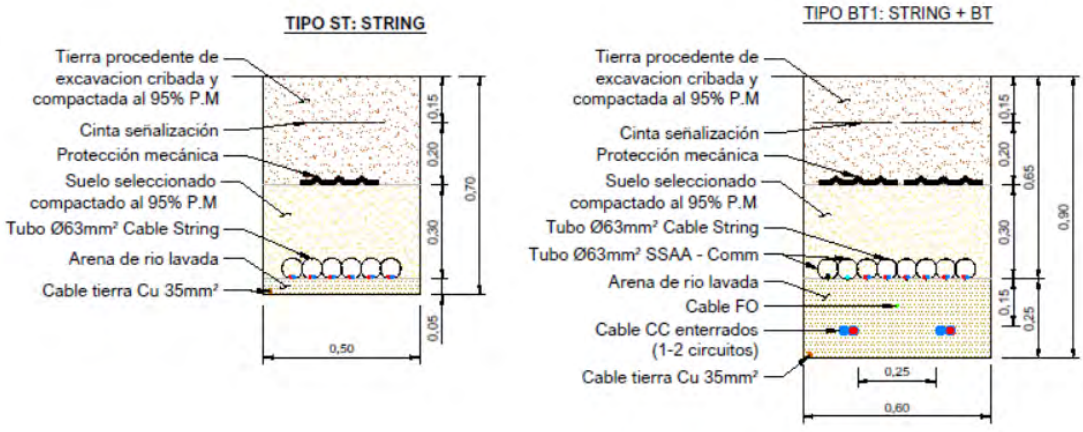


Ilustración 6: Zanjas string y string + BT

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Ejemplos zanjas Baja tensión.

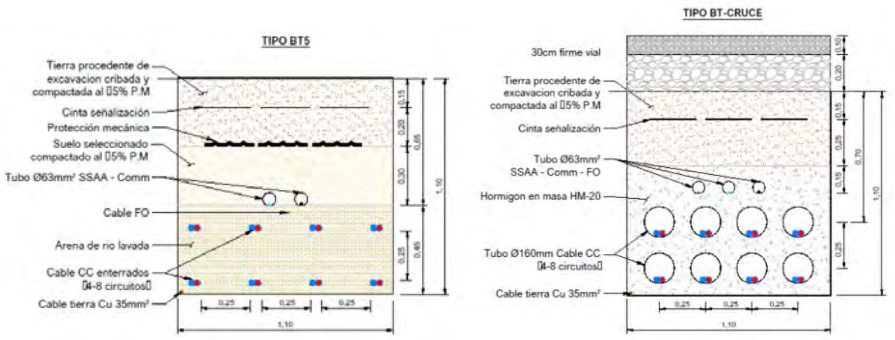


Ilustración 7: Zanjas BT

Ejemplos zanjas Media tensión.

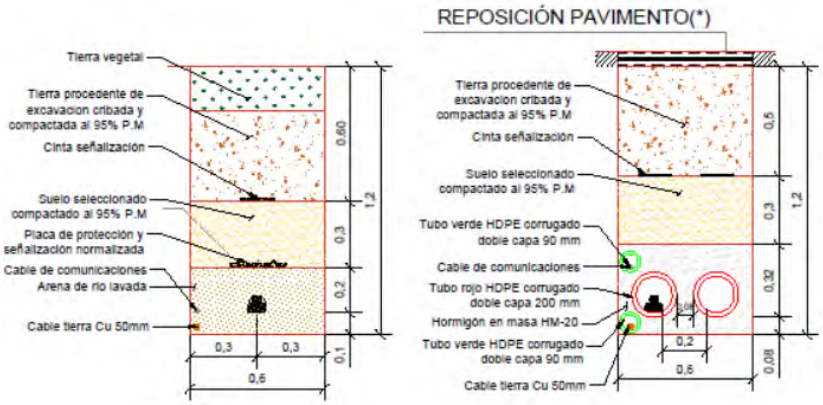


Ilustración 8: Zanjas MT

Ejemplo zanja comunicaciones (perimetral)

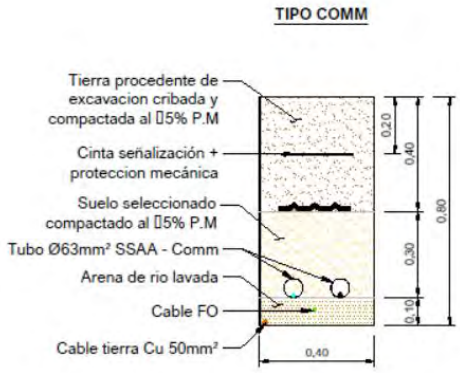


Ilustración 9: Zanja comunicaciones

En la siguiente tabla se indican las mediciones obtenidas por cada tipo de zanja para este proyecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 12: Mediciones zanjas

Mediciones Zanjas	
Zanjas String	1067,34 m
Zanjas String + BT	932,86 m
Zanjas BT	1197,78 m
Zanjas MT	3.245,34 m
Zanjas comunicaciones	3.105,35 m

5. Cimentaciones

Las cimentaciones previstas en el módulo de generación fotovoltaico serán principalmente las siguientes:

- Cimentaciones estructura fotovoltaica
- Cimentaciones centro de transformación
- Cimentaciones vallado
- Cimentaciones estación meteorológica
- Cimentaciones báculos CCTV
- Cimentaciones NCU
- Cimentación edificio multiusos
- Cimentación punto limpio
- Cimentación centro de seccionamiento

Cimentaciones estructura fotovoltaica (seguidor)

La fijación de los seguidores al terreno se realizará preferentemente mediante hincado de perfiles metálicos. Al no disponer de informe geotécnico, se ha considerado como solución estándar, 100% hincado directo a 1,5m de profundidad.

Una vez se disponga de informe geotécnico del terreno, se analizará y se actualizará la profundidad del hincado en función de los parámetros geotécnicos del terreno y de las cargas de la estructura.
Si tras analizar el informe geotécnico, se detectan zonas donde no sea posible la realización de hincado directo, se estudiará la posibilidad de realizar otro tipo de cimentación como, por ejemplo, pre-drill o cimentaciones de hormigón.

Para este proyecto se han considerado 222 seguidores, los cuales, 148 son de 60 paneles y constan de 9 hincas cada uno y otros 74 seguidores de 30 paneles con 5 hincas cada uno. Por tanto, el número total de cimentaciones mediante hincado directo contempladas en este proyecto es de: 1.702 hincas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cimentaciones centros de transformación

Como cimentación para los centros de transformación, se ha considerado, como solución preliminar hasta disponer de informe geotécnico definitivo, una losa de hormigón armado HA-25 con una con una consistencia de plástica a blanda, un tamaño máximo de árido de 30/40 mm, exposición ambiente XC3 y con un recubrimiento mínimo nominal de 5 cm.

El armado de las losas se realizará mediante armadura base de Ø12c/25 cm tanto en el lado superior como en el inferior y tanto en su disposición longitudinal como trasversal. La calidad del acero de armados será B500S.

Las losas se construirán con unas dimensiones de 5,88 metros de largo x 2,10 metros de ancho y con una profundidad de 25 cm de canto y un añadido de 10 cm en el fondo de hormigón de limpieza HL-150. A este hormigón de limpieza se le realizará un saliente a lo largo de todo el perímetro de la losa de 10 cm.

Además, se realizará un cajeo a cada lado de las losas para así, poder facilitar la entrada y salida de los cables al inversor y a las celdas de MT respectivamente. Entre ambos cajeos, se colocarán tres tubos de Ø90 para dar comunicación a ambas partes, y poder pasar a través de ellos las canalizaciones que sean necesarias.

Alrededor de la losa, se llevará a cabo un acerado perimetral de grava con un ancho mínimo de 1 metro, por debajo del cual, se encontrará el anillo de tierra perimetral de la Power Station. A este anillo perimetral de tierra, irá unida mediante un “latiguillo” de cable de cobre toda la armadura de la losa de cimentación.

Para este proyecto se han considerado 1 centros de transformación.

Cimentación de vallado

Tal y como se indica en el capitulo 3 del presente documento, la cimentación propuesta para los postes del vallado serán dados de hormigón en masa HM-20 de dimensiones aproximadas de de 30x30x50 cm.

En el caso de los postes colocados en las esquinas y en extremos, y los postes en tensión, además de los postes anteriormente descritos, se dispondrán postes de refuerzo, los cuales se ejecutarán con dados de cimentación de las mismas dimensiones que los anteriores.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

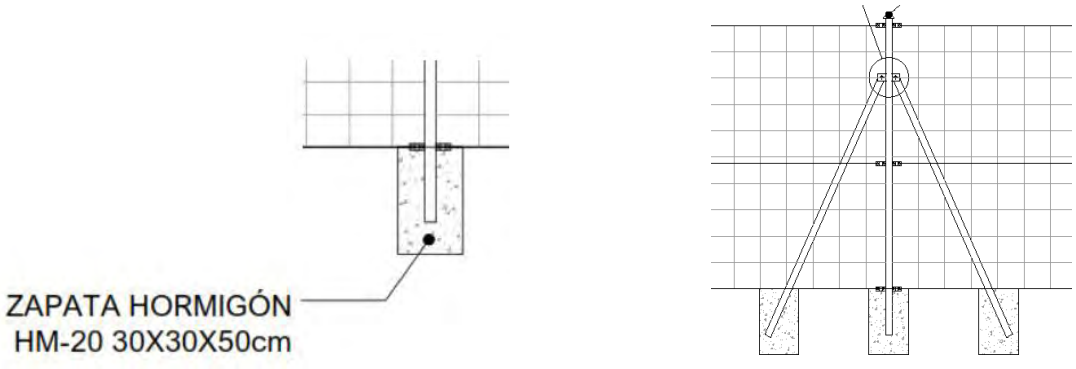


Ilustración 10: Detalle cimentación vallado

La longitud del vallado para este proyecto será de 3.152 metros.

Cimentación estación meteorológica

La cimentación de las estaciones de meteorología se realizará mediante hormigón armado HA-20, con dimensiones aproximadas de 60 cm de ancho x 60 cm de largo x 60 cm de profundidad, añadiendo a estos últimos 10 cm de hormigón de limpieza en el fondo del dado y sobresaliendo 5 cm por encima del terreno.

Para este proyecto se ha considerado 1 estacion meteorológica.

Cimentación báculos CCTV

Para los báculos de CCTV y sistema de videovigilancia, usaremos cimentaciones de dados de hormigón en masa HM-25, en los cuales se incrustará una jaula de soportación a la cual se anclará la base del mástil del báculo.

La dimensión de dichos dados de cimentación será aproximadamente de 50 cm de ancho x 50 cm de largo x 105 cm de profundidad, en los cuales se dispondrán las jaulas introduciéndolas en estos en toda su totalidad, dejando libre los 4 pernos de anclaje de los báculos.

El número aproximado de cimentaciones de báculos será de 21 y dependerá del diseño final del sistema de seguridad.

Cimentaciones NCU

La cimentación de las NCU se realizará mediante la hinca directa a 1,5 m de profundidad de un perfil metálico similar al de los seguidores fotovoltaicos.

En el presente proyecto se han considerado 1 NCU.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cimentación edificio multiusos

Será necesario realizar un acondicionamiento del terreno mediante un ligero movimiento de tierras compensatorio a base de trabajos de desmonte y terraplenado con objeto de disponer de una plataforma sobre la que se ubicará la actuación pretendida. La formación de la explanada será conforme a lo indicado en PG3.

Previamente, se llevará a cabo un desbroce de la superficie afectada para retirar la capa de tierra vegetal existente.

La cimentación del edificio constará de una serie de zapatas prefabricadas de hormigón armado de sección T invertida de 1,10 metros de altura aproximadamente y con un ancho de 0,66 metros con prerrotos para el paso de cables.

Esta solución es preliminar, una vez se disponga de informa geotécnico, se verificará la solución adoptada teniendo en cuenta los parámetros geotécnicos del terreno.

Cimentación punto limpio

La cimentación prevista para el punto limpio consistirá en una losa de hormigón armado HA-20.

De dimensiones aproximadas de 6,5 m de largo x 2,9 m de ancho y 0,25 m de alto. Una vez se disponga de informe geotécnico definitivo se verificará esta solución.

A continuación, se muestra una tabla resumen con las cimentaciones consideradas para el proyecto.

Tabla 13: Resumen cimentaciones

Resumen cimentaciones	
Estructura fotovoltaica	1.702 Uds
Centros de transformación	1 Uds
Estación meteorológica	1 Ud
Báculos CCTV	21 Uds
NCU	1 Ud
Edificio multiusos	1 Ud
Punto limpio	1 Ud

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

6. Hidrología y drenajes

Se ha proyectado una red de drenajes en el módulo de generación fotovoltaico con el objetivo de garantizar la correcta evacuación de las aguas de escorrentía procedentes de las cuencas de captación existentes en el emplazamiento, asegurar la continuidad de los flujos naturales del agua, proteger la red de viales internos del módulo de generación fotovoltaico y evitar la entrada de agua en los edificios proyectados.

El sistema de drenaje se ha diseñado y calculado según lo establecido en la orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la instrucción de carreteras.

Cuencas vertientes en el emplazamiento

Para la obtención de las cuencas vertientes del emplazamiento se ha utilizado la topografía correspondiente al modelo digital del terreno MDT05 descargado del centro nacional de descargas (CNIG).

Se han identificado las cuencas vertientes generales en el emplazamiento y que afectan a la implantación.

En la siguiente tabla se muestra el tamaño de cada una.

Tabla 14: Tamaño cuencas

TAMAÑO CUENCAS	
CU-01	0,953 Km²
CU-02	0,248 Km²
CU-03	0,450 Km²

A continuación se muestra una imagen de las mismas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

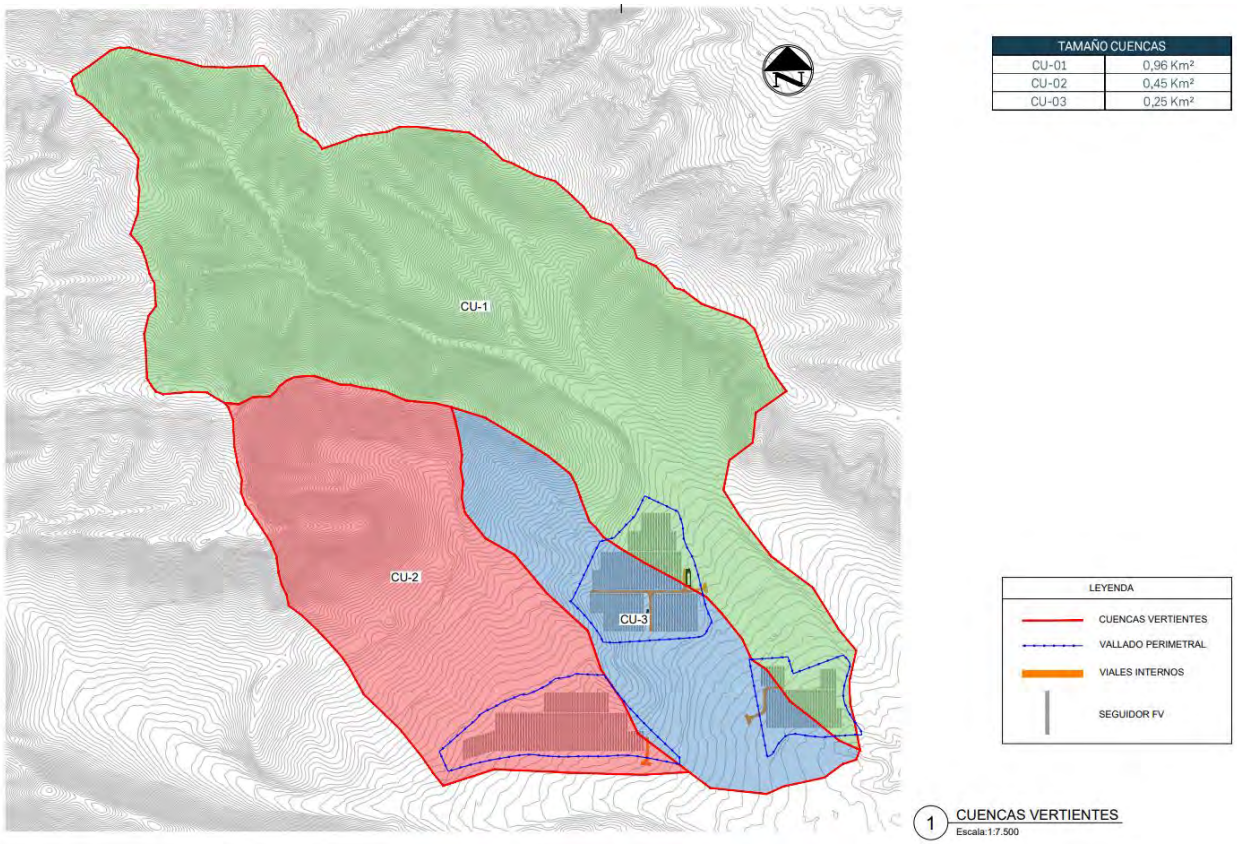


Ilustración 11: Cuencas emplazamiento

Subcuencas

Teniendo en cuenta las cuencas anteriores y la disposición de los viales internos del módulo de generación fotovoltaico, se ha procedido a calcular las subcuencas existentes para así poder dimensionar los elementos del sistema de drenaje interno del módulo de generación fotovoltaico.

Se han obtenido un total de 6 subcuencas, las cuales se muestran en la siguiente imagen.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

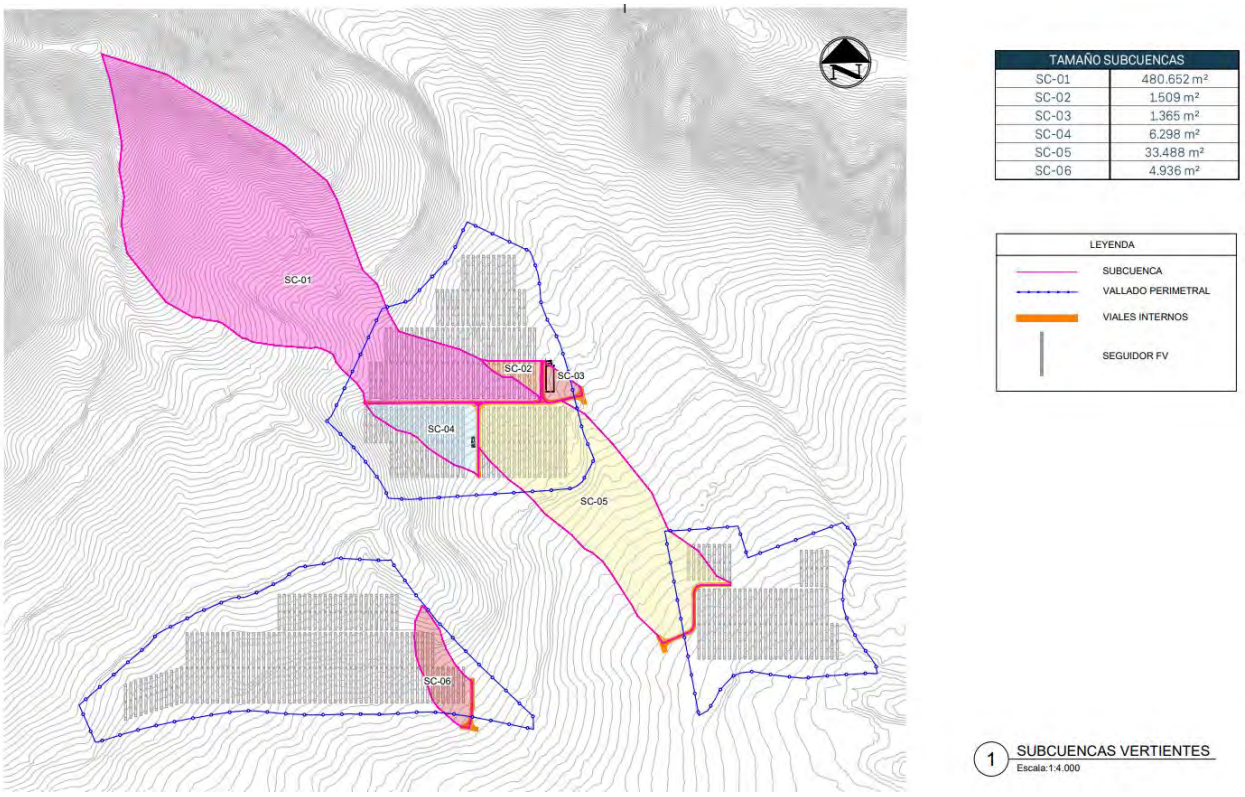


Ilustración 12: Subcuencas

Cálculos pluviométricos

Los datos pluviométricos considerados para el cálculo de caudales este proyecto se han obtenido de la publicación “máximas lluvias diarias en la España Peninsular” (Ministerio de fomento, 1999).

Dicha publicación incluye planos por zonas georáficas en la que se representan dos tipos de curvas para el punto geográfico deseado. Una de ellas define el valor medio P de la ley de frecuencia de máximas precipitaciones diarias y la otra el coeficiente de variación Cv de dicha ley.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

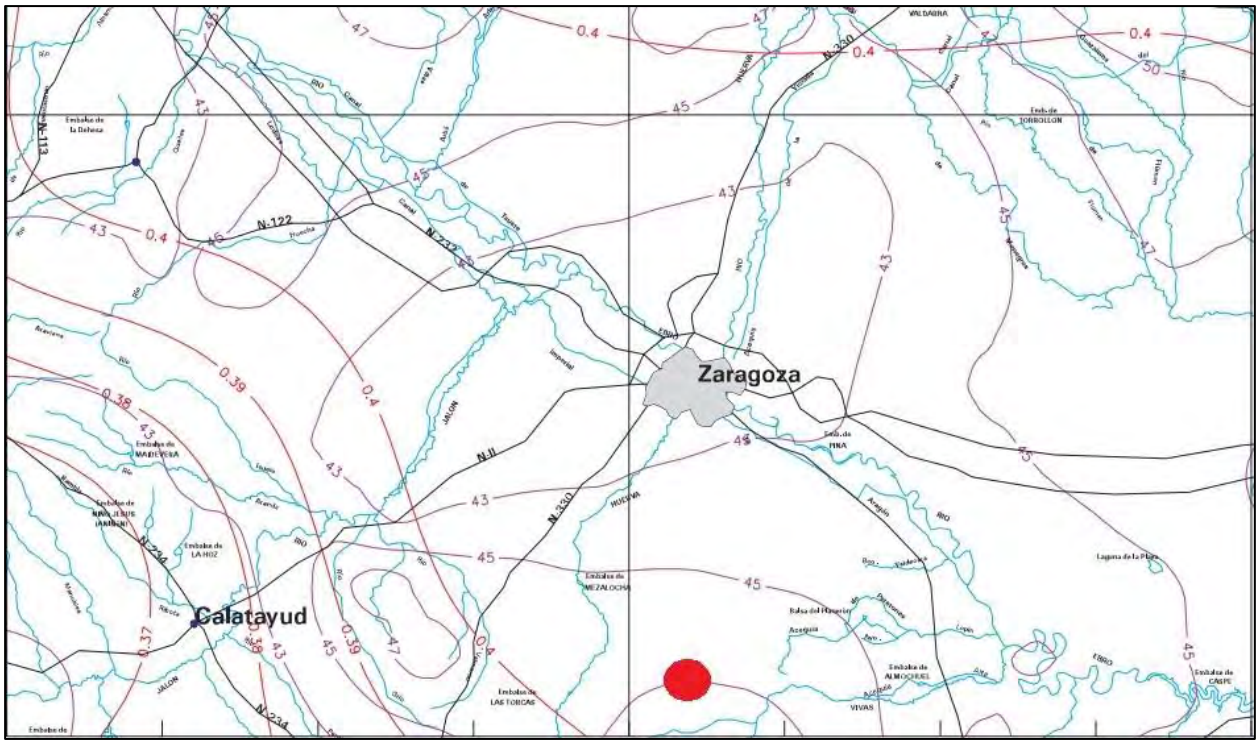


Ilustración 13: Ubicación del emplazamiento en el mapa de precipitaciones medias y coeficientes de variación (Hoja 4-2 del Anejo de la Guía "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular")

Como se puede apreciar en la imagen, la zona en la que se encuentra ubicado el proyecto le corresponde un valor de precipitación media de 48 mm y un coeficiente de variación del 0,4 (CV).

Con estos datos se pueden obtener los valores de precipitaciones máximas diarias para diferentes periodos de retorno multiplicando el valor de precipitación obtenido en el mapa con los factores de amplificación para esta zona, mostrados en la siguiente tabla.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

Tabla 15: Cuantiles Yy, también denominados factores de amplificación KT (Tabla 7.1. de la guía "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular")

	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
C_v	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Multiplicando los factores de amplificación mostrados en las tablas por los valores medios de precipitación obtenidos en el mapa, finalmente se obtienen las precipitaciones máximas diarias para diferentes periodos de retorno.

Tabla 16: Precipitaciones máximas diarias y periodos de retorno

Periodo de retorno	Precipitación (mm)
T10	71,62
T25	88,27
T50	101,42
T100	115,34
T500	150,14

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cálculo de caudales

El cálculo de caudales de proyecto se ha realizado mediante el método racional, según lo recomendado en la orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2 - IC "Drenaje Superficial" de la Instrucción de Carreteras, Ministerio de Fomento, Movilidad y Agenda Urbana, para cuencas de superficie inferior a 50 km^2.

Se ha considerado un periodo de retorno de 50 años para el dimensionamiento de cunetas y vados hormigonados inundables.

La fórmula para la obtención de caudales es la siguiente:

$$Q_T = \frac{I(T,t_c)\cdot C\cdot A\cdot K_t}{3{,}6}$$

Donde:

- QT (m^3/s) = Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T en el punto de desagüe de la cuenca.
- I (T, tc) (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración de aguacero igual al tiempo de concentración tc de la cuenca.
- A (km^2) = área de la cuenca o superficie considerada.
- C (adimensional)= Coeficiente de escorrentía.
- K_t (adimensional)= Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de a precipitación, que se obtiene según la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

<u>Tiempo de concentración:</u>
El tiempo de concentración de una cuenca 't_c' es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que la totalidad de la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Su cálculo responde a la siguiente expresión:

$$t_c = 0{,}3\cdot L_c^{\,0,76}\cdot J_c^{\,-0,19}$$

Donde:

- L: Longitud (km) del cauce
- J: Pendiente media (m/m) del cauce

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cálculo de la Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación I (T, tc) correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración de aguacero t, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$I(T,t) = I_d \cdot F_{\text{int}}$$

Donde:

- $I(T,t_c)$ (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t.
- I_d (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T.
- F_{int} (adimensional) = Factor de intensidad.

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T, se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

- P_d (mm)= Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T.
- K_A (adimensional)= Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca:
  Si A < 1 km^2: $K_A = 1$
  Si A ≥ 1 km^2:

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

En cuanto al factor de intensidad (Fint), su valor será el mayor conseguido entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = máx\ (F_a, F_b)$$

Donde:

- Fa (adimensional) = Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id).
- Fb (adimensional) = Factor obtenido a partir de las curvas IDF.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

El valor de Fa se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287\, t^{0,1}}$$

El valor del índice de torrencialidad (I1/Id = 10) ha sido extrapolado de la siguiente imagen para la zona de proyecto.

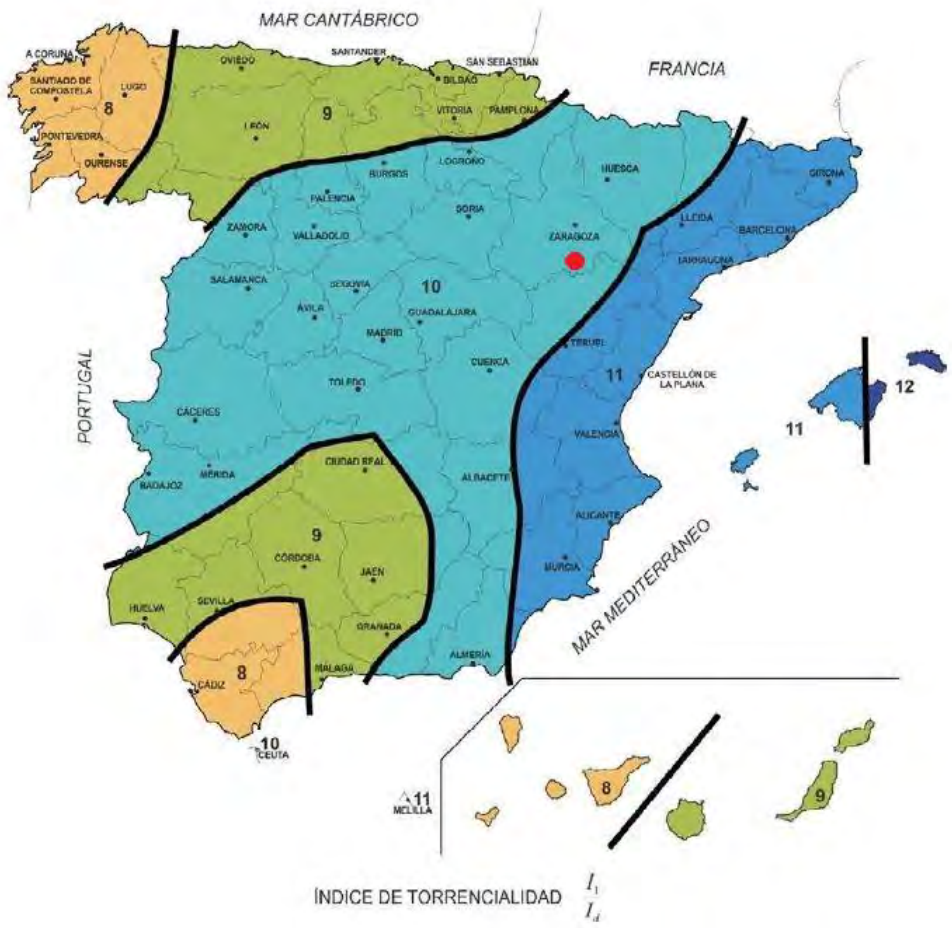


Ilustración 14: Mapa de índice de torrencialidad (I1/Id) (Figura 2.4. de la Instrucción 5.2.-IC "Drenaje Superficial")

El cálculo de F_b responde a la siguiente expresión:

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

Donde:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

- K_b (adimensional) = Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un periodo de 24 horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se ha supuesto, como dice la *Instrucción 5.2-IC*, que $K_b = 1{,}13$.
- $I_{IDF}(T,t_c)$ (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno T y al tiempo de concentración t_c, obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.
- $I_{IDF}(T,24)$ (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno T y a un tiempo de aguacero de 24 horas (t=24), obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.

Al no disponer de datos de un pluviógrafo en la zona, el factor de intensidad ha sido definido mediante el factor Fa, obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id).

Cálculo del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía 'C', define la parte de la precipitación de intensidad I(T,tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca y que se obtiene según la siguiente fórmula de cálculo:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \qquad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right)\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \qquad C = 0$$

Donde:

- C (adimensional) = coeficiente de escorrentía
- P_d (mm) = Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado
- K_A (adimensional) = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca
- P_o (mm) = Umbral de escorrentía
- El umbral de escorrentía P_o representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía, calculándose según la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde:

- P_o^i (mm) el valor inicial del umbral de escorrentía
- β (adimensional) el coeficiente corrector del umbral de escorrentía

El valor del umbral inicial de escorrentía (Po i) depende del uso del suelo de la cuenca (tipo de cultivo y pendiente del terreno) y del grupo hidrológico del suelo. Los usos del suelo adoptados para el cálculo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

son los referentes al código 21100. "Tierras de labor en secano" (cereales) de la Tabla 2.3 de la Instrucción 5.2-IC (en el caso de las cuencas externas se ha escogido el mismo código) para pendientes inferiores al 3% y práctica de cultivo R/N. Por tanto, usamos valor 14.

En cuanto al grupo hidrogeológico correspondiente a la zona de proyecto éste se ha extrapolado como "Grupo C" del siguiente Mapa incluido en la Instrucción 5.2-IC:

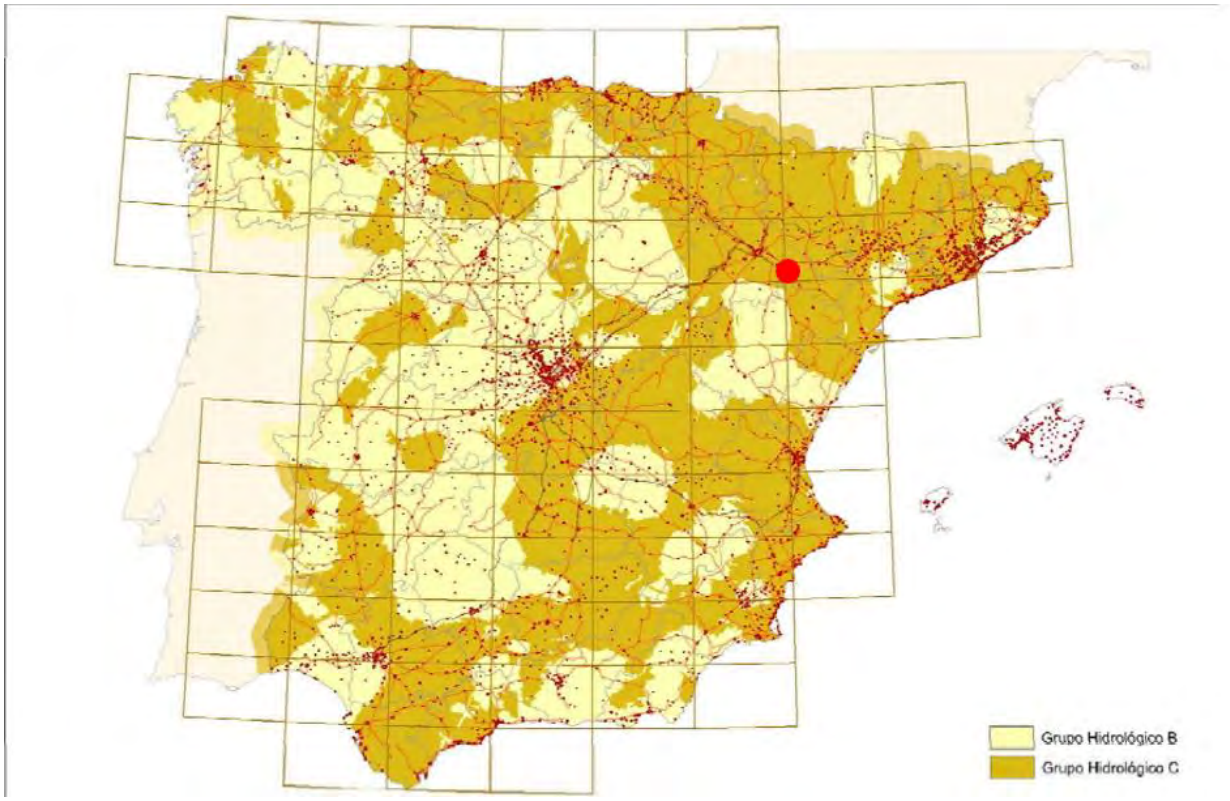


Ilustración 15: Mapa de grupos hidrológicos de suelo (Figura 2.7. de la Instrucción 5.2.-IC "Drenaje Superficial")

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 17: Valor inicial del umbral de escorrentia (tabla 237. de la Instrucción 5.2.-IC "Drenaje Superficial")

TABLA 2.3.- VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA P_0 (mm)

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	<3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	<3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		<3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	<3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	<3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥3	62	28	15	10
22100	Viñedos		<3	75	34	19	14
22110	Viñedos en secano		≥3	62	28	15	10

Para el caso de vías de servicio, ramales o accesos a instalaciones y edificaciones, el coeficiente "C" debe calcularse como el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía multiplicado por un factor dependiente del periodo de retorno T:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Donde:

- β_{PM} = coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de vías auxiliares
- β_m = valor medio en la región del coeficiente de escorrentía en la región correspondiente
- F_T = Factor de intensidad



Ilustración 16: Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Figura 2.9. de la Instrucción 5.2.-IC "Drenaje Superficial")

Como se puede observar, el emplazamiento se ubica en la región 93, que es la que engloba los principales afluentes de la margen derecha del tramo medio del río Ebro.

Aplicamos el factor corrector del umbral de escorrentía que obtenemos a partir de los datos de la tabla 2.5, correspondientes a las regiones de la figura 2.9 de la Norma 5.2-IC para obtener el valor de "βm" y el coeficiente FT.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 18: Coeficiente corrector del umbral de escorrentía: valores correspondientes a calibraciones regionales (Tabla 2.5. de la Instrucción 5.2.-IC "Drenaje Superficial")

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
[illegible]									
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
[illegible]									
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.
Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla
En todos los casos F_{10}=1,00

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Por tanto, aplicando la fórmula del coeficiente de escorrentía, los valores asociados a cada periodo de retorno considerado, serán comunes a toda la zona de estudio, ya que dependen de precipitación y el tipo de terreno.

A continuación, se muestra el valor obtenido de coeficiente de escorrentía para el periodo de retorno considerado.

Tabla 19: Coeficiente escorrentía

	T50
C	0,382

Resultados de los cálculos

A continuación se exponen los resultados de los calculos de los caudales para cada una de las subcuencas consideradas para un periodo de retorno de T50.

Tabla 20: Caudales T50

Subcuenca	Área (km2)	Intensidad de precipitación	Coeficiente de escorrentia	Coeficiente de uniformidad	Caudal
	A	I (mm/h)	C	Kt	Q (m³/s)
SC-01	0,0807	42,26	0,382	1,020	0,369
SC-02	0,0015	42,26	0,382	1,004	0,007
SC-03	0,0014	42,26	0,382	1,002	0,006
SC-04	0,0063	42,26	0,382	1,007	0,028
SC-05	0,0335	42,26	0,382	1,014	0,152
SC-06	0,0049	42,26	0,382	1,006	0,022

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Elementos de drenaje

Una vez obtenidos los caudales de proyecto para cada una de las subcuencas, se ha procedido a dimensionar los elementos de drenaje encargados de evacuar el agua de escorrentía.

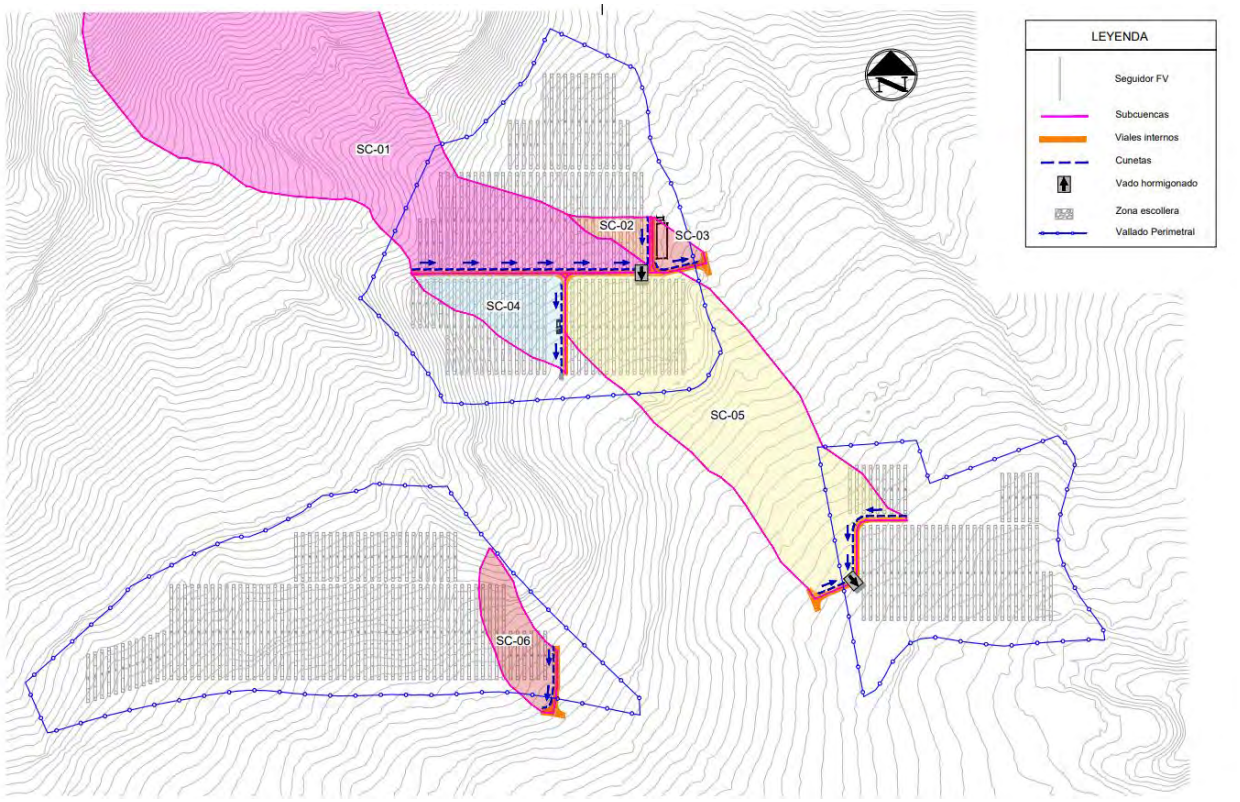


Ilustración 17: Elementos de drenaje

Cunetas

Se ha diseñado un sistema de cunetas dispuestas longitudinalmente junto a los viales del módulo de generación fotovoltaico con el objetivo de protegerlos del agua de escorrentia, la cual será recogida y conducida hasta su punto de descarga.

Se ha considerado un llenado máximo del 80% de la capacidad de cada cuneta para mantener un resguardo de seguridad.
Se ha dimensionado el tamaño máximo de cuneta teniendo en cuenta el caudal que aporta cada subcuenca, y se ha identificado la cuneta mas desfavorable. Ésta recoje el agua proviniente de la subcuenca SC-01 + SC-02 + SC-05 por lo que recibe un caudal total de 0,528 m³/s.

Mediante el software de cálculo Hydraflow se ha procedido a dimensionar dicha cuneta. A continuación se muestra el reporte de dicho cálculo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Channel Report

Hydraflow Express Extension for Autodesk® Civil 3D® by Autodesk, Inc. martes, may 23 2023

Cuneta SC-01+ SC-02 + SC-05

Triangular

Side Slopes (z:1)	= 1,0000, 1,0000
Total Depth (m)	= 0,5000
Invert Elev (m)	= 657,7399
Slope (%)	= 2,7600
N-Value	= 0,013

Calculations

Compute by:	Known Q
Known Q (cms)	= 0,5280

Highlighted

Depth (m)	= 0,3932
Q (cms)	= 0,5280
Area (sqm)	= 0,1546
Velocity (m/s)	= 3,4153
Wetted Perim (m)	= 1,1121
Crit Depth, Yc (m)	= 0,5000
Top Width (m)	= 0,7864
EGL (m)	= 0,9881

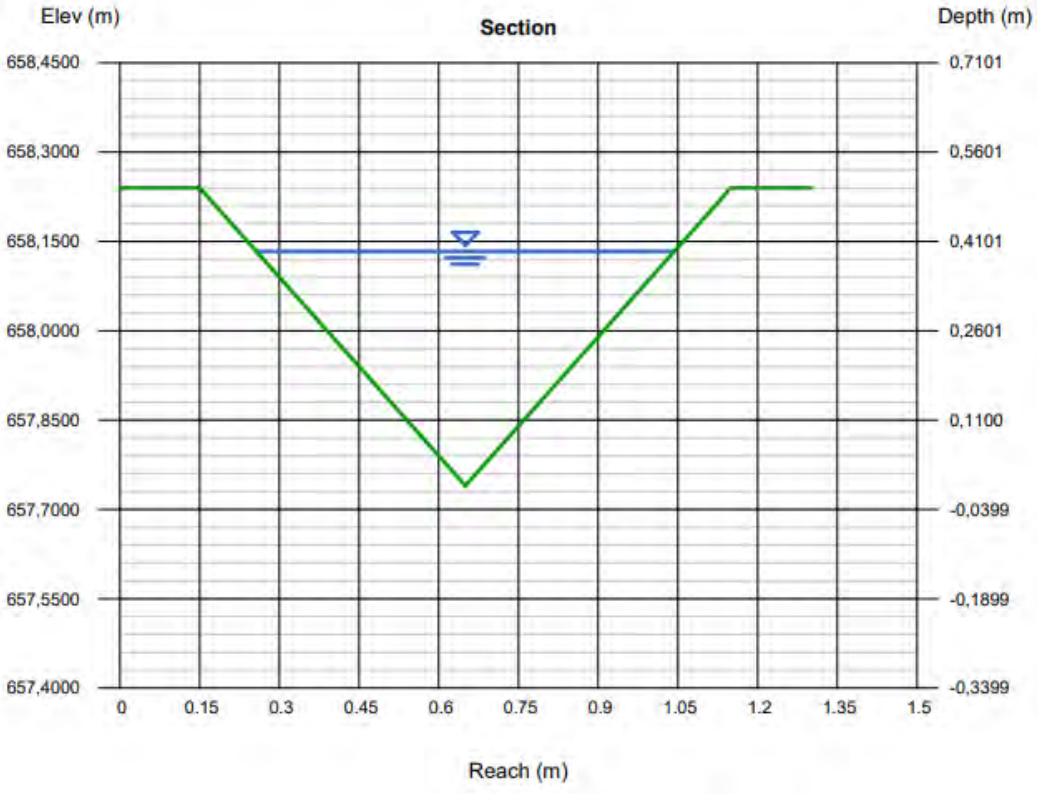


Ilustración 18: Cálculo cunetas

Por tanto, teniendo en cuenta el cálculo realizado. Se considera para este proyecto una cuneta triangular de dimensiones máximas de 0,50 m de profundidad, taludes 1:1 y un ancho total de 1 m.

Se establece un tamaño mínimo de cuneta en 0,3 m de profundidad y un ancho de 0,6 m.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En fases posteriores del proyecto se procederá a dimensionar todas y cada una de las cunetas y cada tramo de las mismas para definir la sección correspondiente de cada una. Pudiendo optimizar así el tamaño de algunas que requeran de menos sección.

Las cunetas podrán ser revestidas o sin revestir.

Según indica la normativa aplicable, las cunetas serán revestidas cuando:

- Cuando la velocidad de agua supere la máxima admisible correspondiente a la naturaleza de la superficie sin revestir.

Tabla 21: Máxima velocidad admisible correspondiente a la naturaleza de la superficie

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

- Cuando su pendiente longitudinal sea superior al tres por ciento (i > 3%).
- Cuando su pendiente longitudinal sea inferior al uno por ciento (i < 1%).
- Donde se desee evitar infiltraciones: protección de acuíferos y casos indicados en normativa sobre drenaje subterráneo.

La definición geométrica de cada una puede verse en el plano CE-DW-14 “Detalles de drenajes”.

A continuación se muestra una imagen de dicho plano:



Ilustración 19: Detalle de cunetas

En el punto de desagüe de cada cuneta se ejecutará una zona con escollera para disipar la energía del agua y evitar la erosión del terreno con un tamaño mínimo de piedra de 0,5 m^2.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Vados hormigonados inundables

Para garantizar la continuidad de los flujos de agua de escorrentía que cruzan transversalmente un vial interno del módulo de generación fotovoltaico se han diseñado vados inundables de hormigón armado que permitan garantizar el paso del agua sin dañar el vial y permitir el tráfico rodado al mismo tiempo.

En total será necesario 2 vados hormigonados inundables.

Al igual que para las cunetas, se ha calculado el vado hormigonado más desfavorable y en fases posteriores del proyecto se procederá a calcular en detalle cada uno de los vados proyectados.
Para este proyecto, el vado más desfavorable es el ubicado en el vial 02, entre los P.K 0+040 y 0+080, el cual, recoje el agua proviniente de las subcuencas SC-01, SC-02 y SC-05. Con un caudal total de 0,528 m^3/s.

Mediante el software de cálculo Hydraflow se ha procedido a dimensionar dicho vado. A continuación se muestra el reporte de dicho cálculo:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Channel Report

Hydraflow Express Extension for Autodesk® Civil 3D® by Autodesk, Inc. martes, may 23 2023

Vado SC-01+ SC-02 + SC-05

Triangular

Side Slopes (z:1)	= 30,0000, 30,0000
Total Depth (m)	= 0,1500
Invert Elev (m)	= 657,7399
Slope (%)	= 3,8000
N-Value	= 0,013

Calculations

Compute by:	Known Q
Known Q (cms)	= 0,5280

Highlighted

Depth (m)	= 0,0975
Q (cms)	= 0,5280
Area (sqm)	= 0,2854
Velocity (m/s)	= 1,8500
Wetted Perim (m)	= 5,8554
Crit Depth, Yc (m)	= 0,1463
Top Width (m)	= 5,8522
EGL (m)	= 0,2721

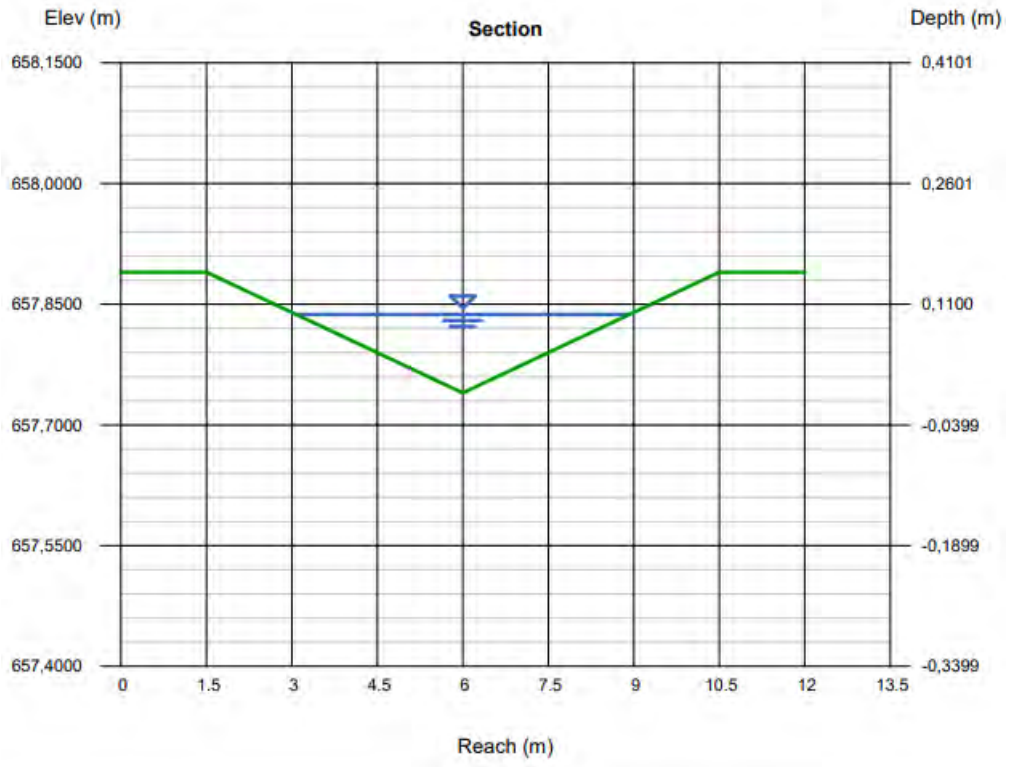


Ilustración 20: Cálculo vados hormigonados

Teniendo en cuenta el resultado del cálculo, las dimensiones para el vado más desfavorable del módulo de generación fotovoltaico serán 9 m largo x 4 m ancho. Las inclinaciones laterales serán del 3,3% y la profundidad de 15 cm.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La definición geométrica del vado se muestra en detalle en el plano CE-DW-14 “Detalles de drenajes”.

A continuación, se muestra una imagen de dicho vado.

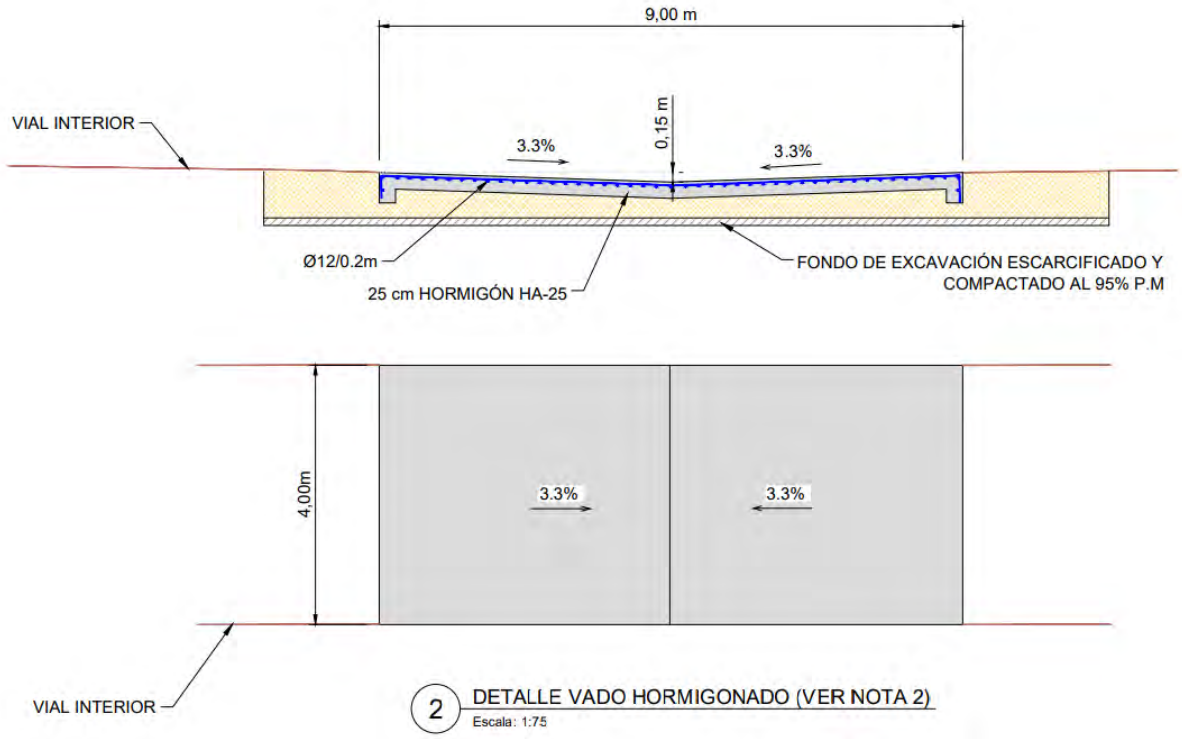


Ilustración 21: Detalle vado

A la salida de cada vado se ejecutará una zona con escollera para disipar la energía del agua y evitar la erosión del terreno.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRAN II

Cálculos eléctricos

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1. Dimensionamiento de strings 1
1.1. Número máximo de paneles por string 1
1.2. Número mínimo de paneles por string 1
1.3. Nº de strings en paralelo 2
1.4. Consideraciones finales 2
2. Cableado de baja tensión en corriente continua 4
2.1. Normativa 4
2.2. Condiciones instalación 5
2.3. Descripción del cableado 6
2.4. Cálculo por criterio de la intensidad máxima admisible 8
2.4.1. Iz Intensidad máxima admisible 9
2.4.2. Factor de corrección por temperatura ambiente 10
2.4.3. Factor de corrección por temperatura del terreno 11
2.4.4. Factor de corrección por resistividad térmica del terreno 11
2.4.5. Factor de agrupamiento 12
2.4.6. Factor de profundidad 14
2.5. Cálculos por caída de tensión 14
2.6. Criterio intensidad de cortocircuito 16
2.7. Cálculo de las protecciones 18
2.7.1. Protecciones cables de string a caja de string 18
2.7.2. Proteciones cables de caja de string a inversor 18
2.8. Resumen resultados baja tensión 19
3. Cableado de media tensión en corriente alterna 24
3.1. Normativa 24
3.2. Condiciones instalación 24
3.2.1. Descripción general de la red 24
3.2.2. Descripción del cable subterráneo 25
3.2.3. Circuitos 26
3.3. Criterio intensidad máxima admisible 26
3.3.1. Factor de corrección por temperatura del terreno 28
3.3.2. Factor de corrección por resistividad térmica 28
3.3.3. Factor de agrupamiento 29
3.3.4. Factor de profundidad 29
3.4. Criterio máxima caida de tensión 30
3.5. Criterio intensidad máxima de cortocircuito 30

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.6. Resumen resultados MT 32
4. Línea subterránea de evacuación 32
4.1. Condiciones instalación 32
4.1.1. Descripción general de la línea de evacuación 32
4.1.2. Descripción del cable subterráneo 33
4.1.3. Circuitos 33
5. Red de tierras 34
5.1. Normativa 34
5.2. Datos de entrada 34
5.3. Cálculos red de tierra del CT 35
5.3.1. Cálculo de las máximas tensiones de paso y de contacto admisibles 35
5.3.2. Dimensionado del anillo de tierra del centro de transformación 36
5.3.3. Cálculo de la máxima corriente monofásica a tierra 37
5.3.4. Comprobación de las tensiones de paso y de contacto 38

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. Dimensionamiento de strings

1.1. Número máximo de paneles por string

El número máximo de paneles conectados en serie viene limitado por la tensión máxima de entrada DC al inversor. Ésta se corresponde con la tensión de circuito abierto del generador FV cuando la temperatura del panel es mínima, esto es, en condiciones de baja irradiancia y mínima temperatura ambiente (en el sitio considerado, analizando el TMY, la condición más desfavorable corresponde a -0,49 ºC y 420,33 W/m^2).

$$N = \frac{U_{max,inv}}{U_{ca}(-0{,}49\ ºC; 420{,}33\ W/m^2)} = \frac{1500V}{U_{ca}(-0{,}49\ ºC; 420{,}33\ W/m^2)_{max}}$$

Donde $U_{ca}(-0{,}49\ ºC; 420{,}33\ W/m^2)$ se calcula como la tensión de la celda cuando las condiciones ambientales son de $-0{,}49\ ºC$ e irradiancia de $420{,}33\ W/m^2$.

Se ha estimado el valor de la tensión, utilizando la característica I-V del panel fotovoltaico registrada en el PVSyst para esas condiciones:

$$U_{ca}(-0{,}49\ ºC; 420{,}33\ W/m^2) = 45{,}4\ V$$

$$N = \frac{U_{max,inv}}{U_{ca}(-0{,}49\ ºC; 420{,}33\ W/m^2)} = \frac{1500\ V}{45{,}4}_{max} = 33\ módulos$$

Por lo tanto, en estas condiciones, es posible configurar en serie un máximo de 33 paneles.

1.2. Número mínimo de paneles por string

El número mínimo de paneles por serie está limitado por la tensión mínima DC de entrada al inversor en la que sigue la máxima potencia. El valor mínimo de la tensión de entrada al inversor debe ser menor o igual que la tensión de máxima potencia mínima del generador fotovoltaico; que corresponde cuando la temperatura ambiente es relativamente elevada y la irradiancia es relativamente baja.

Analizando el TMY, la condición más desfavorable encontrada es a 30,71 ºC y 34,21 W/m^2, para el modelo de inversores utilizado (INGECON SUN 1640TL B630):

$$N = \frac{U_{mp,inv}}{U_{mp}(30{,}71\ ºC; 34{,}21\ W/m^2)} = \frac{894\ V}{U_{mp}(30{,}71\ ºC; 34{,}21\ W/m^2)_{min}}$$

Donde U_{mp} $(30{,}71\ ºC; 34{,}21\ W/m^2)$ se calcula como la tensión de la célula en condiciones ambientales de $30{,}71\ ºC$ e irradiancia de $34{,}21\ W/m^2$.

La tensión, utilizando la característica I-V del panel fotovoltaico registrada en el PVSyst, se ha estimado en un valor de tensión de:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

$$U_{mp}(30{,}71\ ºC; 34{,}21\ \mathrm{W}/m^2) = 35{,}03\ V$$

$$N = \frac{U_{mp,inv}}{U_{mp}(30{,}71\ ºC; 34{,}21\ W/m^2)} = \frac{894\ V}{35{,}03\ V_{min}} = 26\ módulos$$

De este modo, se obtiene que cada serie deba constar, con un mínimo de 26 paneles.

Finalmente, el número de paneles en serie por string se fija en 30.

1.3. Nº de strings en paralelo

El número máximo de ramales en paralelo está condicionado por la máxima corriente de entrada admisible por los inversores (1870 A para el inversor INGECON SUN 1640TL). Así, el número máximo de ramales a conectar en paralelo en condiciones de máxima irradiancia y temperatura es de:

$$N_{par-MAX} = \frac{I_{MAX-DC}}{I_{mpp}(25\ ºC; 1000\ W/m^2)} = \frac{1870\ A}{17{,}16\ A} = 108$$

Siguiendo estas premisas, y con el objetivo de utilizar la máxima capacidad del inversor a un rendimiento óptimo, se han diseñado 370 strings en paralelo repartidos por inversores en agrupaciones de 92 y 93 de 30 paneles en serie en cada rama para cada inversor.

1.4. Consideraciones finales

La mínima tensión de trabajo del generador, bajo condiciones de baja insolación y elevada temperatura ambiente, corresponde a un valor próximo a los 1050,92 V. De este modo, se garantiza un rendimiento óptimo y se asegura que el generador trabajará dentro de su zona de máxima potencia.

Por otro lado, la intensidad máxima que se alcanzará con esta configuración a la entrada del inversor será aproximadamente de entre 1.041,51 y 1.052,83 A, según el número de strings, ambas inferiores a los 1870 A admisibles por el inversor (en días sin nubosidad con irradiancia superior a los 1.209,6 W/m^2), por lo que nunca se rebasará el límite establecido por el fabricante del equipo.

El generador fotovoltaico estará sobredimensionado aproximadamente un 10,19 % respecto a la potencia nominal de los inversores con el fin de minimizar pérdidas y mejorar el punto de trabajo del inversor. La elección del factor de dimensionado viene determinada, principalmente, por las características de irradiancia y temperatura de la ubicación, la disposición de los paneles, las características de los equipos empleados y la retribución por la generación de energía.

Para seleccionar el factor de dimensionado que optimiza la captación de energía en relación a los metros cuadrados de captación instalados, se han considerado las características eléctricas de entrada del inversor seleccionado, así como las posibles pérdidas de energía que puedan aparecer en el tramo comprendido entre el generador fotovoltaico y el inversor (temperatura de operación, sombreados parciales, suciedad de los paneles, dispersión de parámetros, efecto Joule en el cableado de CC, etc.)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se ha optado por una configuración centralizada a partir de cuatro inversores trifásicos de 1637 kVA (a 30ºC) INGECON SUN 1640TL. El rango de tension de continua de trabajo de los inversores seleccionados en máxima potencia son de 894-1.500 V. El inversor carece de transformador de aislamiento galvánico, por lo que su eficiencia es muy alta. No obstante, se deberá considerar la variación de las características de tensión del generador fotovoltaico con la temperatura ambiente y la irradiancia incidente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2. Cableado de baja tensión en corriente continua

El presente apartado tiene por objeto verificar que la disposición de los cables de corriente continua de string hasta las cajas de string y de las cajas de string a los inversores es adecuada para las condiciones nominales de funcionamiento a las que están sometidos. El circuito de corriente continua comprende el cableado entre los paneles fotovoltaicos hasta la entrada del inversor.

En este caso se verificará todo el cableado de cada uno de los seguidores de que dispone el módulo de generación fotovoltaico de AZAFRAN II.

Los cálculos se realizarán de acuerdo con la norma ITC-BT-07.

También se indican los cálculos necesarios para las caídas de tensión y pérdidas de potencia de los cables de corriente continua.

2.1. Normativa

- International Standardization Organization (ISO)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- UNE-HD 60364-5-52
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Aprueba del Reglamento Electrotécnico Baja Tensión. Ministerio de Ciencia y Tecnología (18-09-2002)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- UNE 211435:2011: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- UNE-HD 60364-5-52:2014: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE-HD 60364-7-712:2017: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE 21089-1:2002: Identificación de los conductores aislados de los cables.
- UNE 21144:2012: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- UNE 21123-2:2017: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
- UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 50525-2-51:2012: Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-51: Cables de utilización general. Cables de control resistentes al aceite con aislamiento termoplástico (PVC).
- UNE-EN 61439-1/2/3:2012: Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN 60947-1:2008: Aparamenta de baja tensión. Parte 1, Reglas generales.
- IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.

2.2. Condiciones instalación

Los datos de partida considerados para el cálculo de la capacidad de corriente se resumen en las siguientes tablas:

- Cableado de string hasta caja de string

Tabla 1. Condiciones para el cableado de string.

CABLES DE STRING	
Temperatura ambiente de diseño	25ºC
Temperatura del terreno	20ºC
Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W
Tipo de conductor	Cobre
Secciones de cableado	2x(1x6) mm^2
Método de instalación	Enterrado bajo tubo
Método de instalación según UNE HD 60364-5-52	D1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cableado de caja de string hasta inversor

Tabla 2. Cableado de caja de string hasta inversor.

CABLES DE CAJA DE STRING A INVERSOR	
Temperatura ambiente de diseño	25ºC
Temperatura del terreno	20ºC
Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W
Tipo de conductor	Aluminio
Secciones de cableado	2x(1x400) mm^2
Método de instalación	Directamente enterrados
Método de instalación según UNE HD 60364-5-52	D2

2.3. Descripción del cableado

En este proyecto se ha realizado una conexión directa entre strings y sus correspondientes cajas de string.

La energía eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos será conducida hasta las cajas de strings mediante cables solares ZZ-F 1,8kV 1x6 mm² con conductor de cobre de alta resistencia a la luz ultravioleta.

A continuación, se muestra la modalidad de conexionado a utilizar.

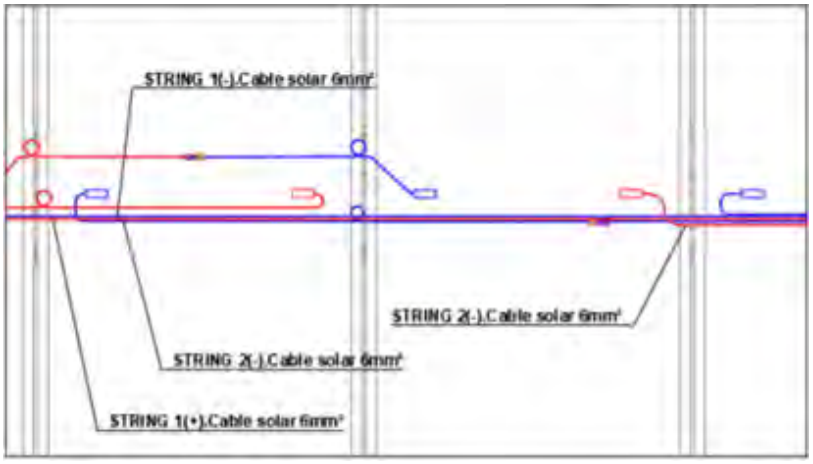


Ilustración 1: Detalle del conexionado de paneles

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los cables de corriente continua de string desde el final de los paneles a las cajas de string utilizados tienen las siguientes características:

Tabla 3: Características cables de cobre de CC

Calibre	Diámetro sobre el aislamiento	Peso total aprox.	Radio de curvatura	*Ampacidad 40°	Caída de Tensión V↓ cosφ-1
mm²	mm	kg/km	mm	A	V/A.km
1x2.5	5,0	50	20	41	22.87
1x4	5,8	62	23	55	14.18
1x6	6,6	85	26	70	9.445
1x10	8,0	135	32	96	5.433
1x16	8,8	200	35	132	3.455
1x25	10,5	295	42	176	2.215
1x35	11,8	395	47	218	1.574

Por otro lado, el cable de corriente continua que conecta las cajas de string con los inversores será de aluminio con aislante XLPE y las siguientes características eléctricas:

Tabla 4: Características cables de aluminio de CA

Seção mm²	Diâmetro Condutor mm	Espessura da Isolação mm	Espessura da cobertura mm	Diâmetro Externo Máximo mm	Peso Líquido Nominal kg/km	Raio Mínimo de Curvatura kg/km
16	4,60	0,70	1,00	9,40	88	38
25	5,80	0,90	1,10	11,50	132	46
35	6,87	0,90	1,10	12,60	166	50
50	7,92	1,00	1,20	13,80	218	55
70	9,70	1,10	1,20	15,70	296	63
95	11,40	1,10	1,30	17,90	390	72
120	12,78	1,20	1,30	19,60	476	78
150	14,10	1,40	1,40	21,80	585	87
185	16,00	1,60	1,40	24,20	728	97
240	18,60	1,70	1,50	27,20	949	136
300	20,03	1,80	1,60	30,00	1.129	150
400	23,30	2,00	1,70	33,70	1.433	169
500	26,20	2,20	1,80	37,80	1.813	189

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.4. Cálculo por criterio de la intensidad máxima admisible

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70ºC para cables con aislamiento termoplásticos y de 90ºC para cables con aislamientos termoestables.

La intensidad máxima calculada para el diseño de cada línea viene dada por la expresión:

$$Icálculo = 1{,}25 \times nps \times I_{circulante}$$

Donde:

- $I_{cálculo}$: Intensidad máxima absorbida o prevista en la línea (A) mayorada por 1,25 de acuerdo con la ITC-BT-40.
- 1,25: mayoración de intensidad según ITC-BT-40 instalaciones de generación
- $I_{circulante}$: Intensidad que circula por el cable. En el caso del cable de las cajas de string, la intensidad en el punto de máxima potencia del panel $Ipmp$
- nps: numero de paneles en serie que recoge el cable a estudiar.

La corriente máxima admisible por los cables depende de una serie de factores, de sus características constructivas, así como de las características del terreno. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Imax.adm = Ft \times Fr \times Fnt \times Fp \times Iz$$

Donde:

- Ft ≡ factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- Fr ≡ factor de corrección debido a la resistividad térmica del terreno.
- Fnt ≡ factor de corrección debido al número de ternas por circuito.
- Fp ≡ factor de corrección debido a la profundidad de enterramiento de los circuitos.
- Iz= Intensidad máxima admisible que puede transportar el conductor antes de aplicar los factores de corrección, o en condiciones estándar. Se aplicarán los valores de la tabla B.52.3 de la norma UNE 60634 HD -5-52.

Las secciones finales seleccionadas deben cumplir con el siguiente criterio:

$$Icálculo < Imax.admin$$

A continuación, se desglosa la manera de obtener cada uno de los valores de la ecuación descrita anteriormente:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.4.1. Iz Intensidad máxima admisible

En la siguiente tabla, según la normativa aplicada tanto para cables de aluminio como cables de cobre, vienen dadas las intensidades máximas admisibles para los cables en instalación enterrado bajo tubo (tipo D1) y directamente enterrado (tipo D2). Para el cableado enterrado, las características de las tablas son a temperatura ambiente del terreno 20ºC, enterrados a 0,7 metros de profundidad, en un terreno de resistividad térmica media de 2,5 Km/W según la normativa aplicada, tanto para cables de aluminio y de cobre:

Tabla 5: Intensidad máxima admisible, en amperios, para los métodos de instalación de la norma UNE-HD-60364-5-52

Iz				
Tabla B.52.3 UNE HD 60364: Corrientes admisibles (Iz) en Amperios, Tª máxima aislamiento 90ºC, Tª aire 30ºC, Tª terreno 20ºC. Resistividad terreno 2,5 k.m/W; profundidad 0,7 m				
		Al aire	**Enterrado bajo tubo**	**Directamente Enterrado**
Material	**Sección**	**C**	**D1**	**D2**
Cu	**4**	45	43	46
	6	58	53	58
	10	80	71	77
	16	107	91	100
Al	**35**	126	108	117
	50	154	128	139
	70	198	158	170
	95	241	186	204
	120	280	211	233
	150	324	238	261
	185	371	267	296
	240	439	307	343
	300	508	346	386
	400			434

Estas intensidades máximas admisibles son válidas para unos determinados valores de temperaturas, valor de resistividad térmica, profundidad... Como nuestra instalación se va a llevar a cabo en otras condiciones se debe corregir las intensidades de la tabla multiplicando el valor por unos factores de corrección que vienen dados en las siguientes tablas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.4.2. Factor de corrección por temperatura ambiente

Dependerá de la temperatura ambiente considerada, cuando la temperatura ambiente de diseño del proyecto es distinta a 30ºC la corriente admisible del cable se debe corregir según los valores de la siguiente tabla:

Tabla 6: Factores de corrección para temperatura ambiente diferente de 30ºC a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables al aire (norma UNE-HD-60364-5-52).

Ft (Cables al aire)	
Tabla B.52.14 UNE HD 60364-5-52: Factores de correción para Tª ambiente diferentes de 30º	
Tª ambiente	**Aislamiento XLPE**
10	1.15
15	1.12
20	1.08
25	1.04
30	1
35	0.96
40	0.91
45	0.87
50	0.82
55	0.76
60	0.71
65	0.65
70	0.58
75	0.5
80	0.41

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.4.3. Factor de corrección por temperatura del terreno

Dependerá de la temperatura del terreno considerada y de la naturaleza del aislamiento. Cuando la temperatura del terreno del proyecto del módulo de generación fotovoltaico es diferente a 20ºC, la corriente admisible del cable se debe corregir según los valores de la siguiente tabla:

Tabla 7: Factores de corrección para temperatura ambiente del terreno diferente a 20ºC a aplicar a los conductores enterrados (norma UNE-HD-60364-5-52).

Ft (Cables enterrados)	
Tabla B.52.15 UNE HD 603064-5-52: Factores de correción para Tª ambiente del terreno diferentes de 20º	
Tª ambiente	**Aislamiento XLPE**
10	1.07
15	1.04
20	1
25	0.96
30	0.93
35	0.89
40	0.85
45	0.8
50	0.76
55	0.71
60	0.65
65	0.6
70	0.53
75	0.46
80	0.38

2.4.4. Factor de corrección por resistividad térmica del terreno

Depende de la capacidad del terreno para disipar calor. Si el valor de la resistividad térmica del terreno donde se va a instalar el módulo de generación fotovoltaico es diferente a 2,5 Km/W entonces su el valor de la corriente admisible del cable se ha de corregir con los valores que se obtienen de la tabla B.52.16 de la UNE HD-60364-5-52 mostrada a continuación:

Tabla 8 Factores de corrección para cables directamente enterrados para terrenos con resistividad diferente a 2,5 K.m/W (norma UNE HD 60364-5-52).

Fr (Cables enterrados)							
Tabla B.52.16 UNE HD 60364-5-52: Factores de corrección para cables directamente enterrados para terrenos con resistividad diferente a 2,5 K.m/W							
Resistividad térmica K.m/W		0.5	0.7	1	1.5	2	2.5
Factor de corrección para cables en **conductos enterrados**	**D1**	1.28	1.2	1.18	1.1	1.05	1
Factor de corrección para cables **enterrados directamente**	**D2**	1.88	1.62	1.5	1.28	1.12	1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.4.5. Factor de agrupamiento

Es debido al calentamiento mutuo que se produce entre los cables que coinciden en la misma canalización ya que crea más dificultades para la disipación de calor. Dependerá de la tipología de la canalización, número y tipo de cables que discurren por ella.

Tabla 9 Factores de reducción por agrupamiento de más de un circuito directamente enterrado (norma UNE HD 60364-5-52).

Fag (Cables directamente enterrados)					
Tabla B.52.18: Factores de reducción para más de un circuito, cables directamente enterrados					
Nº de circuitos	Distancia entre cables				
	Nula	Un diamétro de cable	0,125m	0,25m	0,5m
1	1	1	1	1	1
2	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90
3	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80
5	0.55	0.55	0.65	0.70	0.80
6	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80
7	0.45	0.51	0.59	0.67	0.76
8	0.43	0.48	0.57	0.65	0.75
9	0.41	0.46	0.55	0.63	0.74
10	0.39	0.45	0.54	0.62	0.73
12	0.36	0.42	0.51	0.59	0.71
16	0.32	0.38	0.47	0.56	0.68
20	0.29	0.35	0.44	0.53	0.66

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 10: Factores de reducción por agrupamiento para más de un circuito al aire (norma UNE HD 60364-5-52)

Fag (Cables al aire)	
Tabla B.52.17: Factores de reducción para más de un circuito al aire	
Nº de circuitos	Factor
1	1.00
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
12	0.45
16	0.41
20	0.38

Tabla 11 Factores de reducción por agrupamiento de más de un circuito en conductos enterrados (norma UNE HD 60364-5-52).

Fag (Cables enterrados bajo tubo)				
Tabla B.52.19: Factores de reducción para más de un circuito, cables enterrados bajo tubo				
Nº de circuitos	Distancia entre cables			
	Nula	0,25m	0,5m	1,0m
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0.80	0.90	0.90	0.95
3	0.70	0.80	0.85	0.90
4	0.65	0.75	0.80	0.90
5	0.60	0.70	0.80	0.90
6	0.60	0.70	0.80	0.90
7	0.53	0.66	0.76	0.87
8	0.50	0.63	0.74	0.87
9	0.47	0.61	0.73	0.86
10	0.45	0.59	0.72	0.85
11	0.43	0.57	0.70	0.85
12	0.41	0.56	0.69	0.84
13	0.39	0.54	0.68	0.84
14	0.37	0.53	0.68	0.83
15	0.35	0.52	0.67	0.83
16	0.34	0.51	0.66	0.83
17	0.33	0.50	0.65	0.82
18	0.31	0.49	0.65	0.82
19	0.30	0.48	0.64	0.82
20	0.29	0.47	0.63	0.81

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.4.6. Factor de profundidad

Cuando la profundidad de instalación es diferente a 0,7 metros, la intensidad máxima admisible se debe corregir con los siguientes valores:

Tabla 12 Factores de corrección para distintas profundidades de soterramiento (UNE 211435).

Fp		
Tabla UNE 221435: Factores de reducción por profundidad		
Profundidad (m)	Soterrados	Bajo tubo
0.50	1.04	1.03
0.60	1.02	1.01
0.70	1.00	1.00
0.80	0.99	0.99
1.00	0.97	0.97
1.25	0.95	0.96
1.50	0.93	0.95
1.75	0.92	0.94
2.00	0.91	0.93
2.50	0.89	0.91
3.00	0.88	0.90

2.5. Cálculos por caída de tensión

El criterio de caída de tensión establece que la sección del cable sea tal que la caída de tensión en él sea menor que la máxima admisible. La caída de tensión de un cable es proporcional a su longitud y resistividad e inversamente proporcional a su sección.

Se establece una caída de tensión **máxima** de 3 % total entre cualquier panel fotovoltaico y el punto de conexión con el inversor, es decir:

$$\mathbf{\Delta V_{caja\ string} = MAX(\Delta V_{(string\text{-}caja)}) + \Delta V_{(caja\text{-}inversor)} \leq 3\ \%}$$

Mientras que el valor máximo permitido por Forestalia de caída de tensión **promedio** en cada centro de transformación es 1,5 %.

$$\mathbf{\Delta V = MAX(\Delta V_{(string\text{-}caja)}) + \Delta V_{(caja\text{-}inversor)} \leq 1{,}5\ \%}$$

La caída de tensión a lo largo de un conductor en corriente continua se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \rho_{T^a} \cdot L \cdot P}{U_{string} \cdot S}$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Siendo:

- ΔV: caída de tensión en voltios
- $\rho_{T^{a}servicio}$: resistividad del material del conductor en ohm*mm2/m a la temperatura de funcionamiento del cable
- L: longitud del tramo.
- P: potencia del tramo en W
- S: sección por calentamiento en mm²

Viene dada por la expresión:

$$P = Pnp \cdot np$$

Donde:

- Pnp: potencia de pico de cada panel fotovoltaico.
- np: número de paneles correspondiente a cada tramo.

$$\text{Ustring} = nps \cdot Upmp$$

Siendo:

- nps: número de paneles en serie del string.
- Upmp: tensión en el punto de máxima potencia del panel.

La temperatura de servicio del cable se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Tservicio = Tamb + fcarga^2 \cdot (Tmax - Tamb)$$

Donde:

- Tamb: temperatura ambiente (20°C terreno y 40°C al aire)
- Fcarga: factor de carga del cable:

$$fcarga = \frac{I_{calculo}}{I_{admisible} \cdot fct}$$

- Tmax: temperatura máxima soportada por el aislamiento (en nuestro caso XLPE, 90°C).

Con la resistividad para el aluminio y el cobre a 20°C y el coeficiente de variación de resistencia para ambos, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13: Valores de resistividad y coef. de variación de resistencia para los materiales del cable

ρ(Cu) a 20ºC	0,017241379
ρ(Al) a 20ºC)	0,028571429
αCu	0,00393
αAl	0,00407

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Obtenemos la resistividad a la temperatura de servicio:

$$\boldsymbol{\rho_{T^a servicio} = \rho_{20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot (T_{servicio} - 20)}$$

Posteriormente se calcula la caída de tensión en %, comprobando que no supera 3% desde el string hasta el inversor según especificaciones técnicas del promotor, es decir:

$$\boldsymbol{\Delta V \cdot \frac{100}{Ustring} < 3}$$

En las tablas de cálculo se muestran los cálculos de caída de tensión para los dos tramos de cable de CC, comprobándose que la caída de tensión de los strings más desfavorables de cada caja hasta el inversor, estén por debajo de 3 %.

2.6. Criterio intensidad de cortocircuito

Se debe comprobar, que, en caso de cortocircuito, se cumplen los siguientes requisitos:

- Los paneles fotovoltaicos quedan protegidos ante la falla.
- Los cables de conexión queden igualmente protegidos ante un fallo de estas magnitudes.

CABLES DE STRING HASTA CAJA DE STRING

En caso de cortocircuito, la intensidad vendrá fijada por la siguiente expresión:

$$I_{ccCAJA} = 1{,}25 \times I_{sc\ módulo} \times (nps - 1)$$

Donde:

- $IccCAJA$: corriente de cortocircuito del resto de strings pertenecientes a la caja de conexiones.
- $Icc\ string$: corriente de cortocircuito del String donde se origina el fallo.
- $Isc\ módulo$: intensidad de cortocircuito del panel.
- nps : número de paneles en serie en la caja estudiada o número de strings en nuestro caso.
- Iz : intensidad admisible del conductor en las condiciones de la instalación.

Dimensionado por sobrecarga:

Con el fin de proteger el cable de String, el fusible debe tener una intensidad nominal que cumpla (según IEC TS 62257-7-1):

$$1{,}25 \times I_{cc\ string} \leq I_n \leq 2 \times I_{cc\ string}$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Dimensionado por fallo a cortocircuito:

Además, para asegurar que el cable queda protegido, estos dispositivos es necesario considerar que no solamente deben tener la intensidad nominal obtenida mediante la relación anterior, sino que deben tener una curva de disparo tipo G, estar montados en bases portafusibles y ser capaces de disipar la potencia generada en el peor de los casos.

Para su dimensionamiento se debe coger un fusible que satisfaga que:

$$I_{cc\,CAJA}{}^2 \times t < S^2 \times k^2$$

Donde:

- t: tiempo de duración del cortociruito
- S: sección del cable en mm²
- K: constante característica del cable en función del material conductor, 143 para el Cu y 95 para el Al. $IccCAJA$: corriente de cortocircuito del resto de strings pertenecientes a la caja de conexiones.
- De esta forma, se podrán calcular los fusibles para la protección de los cables de string.

CABLES DE CAJA DE STRING A INVERSOR

Dimensionado por fallo a cortocircuito: La corriente de cortocircuito que afecta a dichos cables, corresponde a todos los strings conectados al mismo inversor (en este caso vamos a considerar como escenario más desfavorable el que todos los strings conectados al inversor inyectan corriente en el mismo sentido en el punto de falla, asumiendo que es más desfavorable este escenario que el quitarle una caja). Por tanto:

$$I_{cc\,inversor} = nº\ string\ por\ inversor \times I_{sc\,módulo} \times 1{,}25$$

Según la expresión de:

$$I_{cc\,CAJA}{}^2 \times t < S^2 \times k^2$$

t= 0,5 segundos

Donde:

- t: tiempo de duración del cortocircuito
- S: sección del cable en mm² (en este caso se utilizan las secciones de 400 mm²).
- K: constante característica del cable en función del material conductor, 143 para el Cu y 95 para el Al.
- Icc inversor: corriente de cortocircuito del inversor.

Dimensionado por sobrecarga:

Para que el cable esté protegido contra sobrecarga, el cable está protegido si se cumple la condición siguiente:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

- Ib: Corriente de operación del cable, que será para este caso:

$$Ib = 1{,}25 \times Isc\ mód\ STC \times Np$$

  - Siendo Np el número de String en paralelo que llega a la caja de string.

- Iz: máxima corriente admisible del cable
- In: intensidad nominal del fusible

De esta forma, se podrán calcular los fusibles para la protección de los cables de aluminio que unen las cajas de conexión con los inversores.

2.7. Cálculo de las protecciones

2.7.1. Protecciones cables de string a caja de string

La norma UNE-H D 60364-7-712:2017 indica que la corriente máxima del fusible de los strings (In) debe estar comprendida entre:

$$1{,}25/0{,}9 \times Isc\ (STC) \leq In \leq 2{,}4 \times Isc\ (STC)$$

Escogiendo un ratio de 1,25/0,9 y siendo Isc (STC) = 18,39 A, el fusible debe soportar por lo menos:

$$I_{fusible\_rama} = 1{,}25/0{,}9 \times I_{SC} = 25{,}54\ A$$

Con los dos datos anteriores, se propone utilizar fusibles de protección para los strings de tipo gPV de un calibre de 35 A (1500 V), superior a los 25,54 A resultantes del cálculo anterior, lo que garantiza el corte del circuito antes de que el conductor supere la intensidad máxima admisible por el cable.

2.7.2. Proteciones cables de caja de string a inversor

La norma UNE-HD 60364-7-712:2017 indica que la corriente máxima del fusible de las CSP debe estar comprendida entre:

$$1{,}25 * I_{sc\_CSP}(STC) \leq I_n \leq 2{,}4 * I_{sc\_CSP}(STC)$$

Se escoge un ratio de 1,25, por lo que los fusibles de cada CSP de 12, 9 y 8 strings, debe soportar, por lo menos:

$$I_{fusibles\_CSP12} = 1{,}25/0{,}9 * I_{sc\,CSP12} = 306{,}5\ A$$

$$I_{fusibles\_CSP9} = 1{,}25/0{,}9 * I_{sc\,CSP9} = 229{,}88\ A$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

$$I_{fusibles\_CSP8} = 1{,}25/0{,}9 * I_{sc\,CSP8} = 204{,}33\ A$$

Con los dos datos anteriores, se propone utilizar fusibles de protección para las CSP de tipo gPV de un calibre de 315 A para las CSP de 12 strings, y de 250 A para las CSP de 9 y 8 strings, que tienen secciones de 400 mm^2.
Siendo estos valores superiores a los valores de corriente resultantes del cálculo anterior, se garantiza el corte del circuito antes de que los conductores superen la intensidad máxima admisible por el cable.

2.8. Resumen resultados baja tensión

Las secciones de cable calculadas para cada tramo y las caídas de tensión en los cables se muestran en las tablas que se exponen en este punto.

Se han realizado los cálculos de baja tensión para el centro de transformación del que se compone el módulo de generación fotovoltaico. Dicho centro de transformación se denomina CT1 y consta de 4 inversores (INGECON SUN 1640TL B630) a los que se conectan 93 strings en dos inversores y 92 strings en los otros dos inversores.

- La caída de tensión promedio en el centro de transformación CT1 es del 1,46 % y la máxima es del 2,37 %.

Hay que tener en cuenta que la caída de tensión puede variar debido a la orografía del terreno, por lo que en el proyecto constructivo debería ser calculada con mayor detalle.

El valor máximo permitido por Forestalia de caída de tensión promedio es de 1,5 % para solución inversores centrales, por lo que se cumple dicho límite.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 14: Cálculos de cables de CC.

				MEDICIONES	CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN									CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE									
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	INVERSOR	CAJA DE STRING	TRAMO DE CABLE	Longitud total (m)	Ump (V)	Imp (A)	Sección Cable (mm2)	Tª de servicio del cable (ºC)	Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m)	Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km)	Caída de tensión del tramo (V)	Caída de tensión del tramo (%)	Caída de tensión acumulada (%)	Intensidad de diseño Isc*1,25*Np	Iz: Intensidad admisible (A)	Ft: Factor de corrección por Tª	Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno	Nº de circuitos agrupados	Distancia entre cables (m)	Fag: Factor de corrección por agrupamiento	Profundidad de instalación (m)	Fp: Factor de corrección por Profundidad	Imax. adm corregida (A)
			ST01.01.01.01	42,40	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1356	4,65	0,41%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.02	36,17	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1157	3,97	0,35%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.03	29,95	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0958	3,29	0,29%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.04	23,74	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0759	2,61	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.05	17,52	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0560	1,92	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.06	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.01	CS01.01.01	ST01.01.01.07	11,21	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0358	1,23	0,11%	1,57%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.08	17,43	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0557	1,91	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.09	23,64	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0756	2,59	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.10	29,85	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0955	3,28	0,29%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.11	36,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1154	3,96	0,35%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.01.12	42,30	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1353	4,64	0,41%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.01-CS01.01.01	406,58	1137	205,92	**400**	41,14	0,0315	0,031988	13,17	1,16%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.01.02.01	42,40	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1356	4,65	0,41%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.02	36,17	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1157	3,97	0,35%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.03	29,95	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0958	3,29	0,29%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.04	23,74	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0759	2,61	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.05	17,52	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0560	1,92	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.06	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.01	CS01.01.02	ST01.01.02.07	11,21	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0358	1,23	0,11%	1,36%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.08	17,43	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0557	1,91	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.09	23,64	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0756	2,59	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.10	29,85	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0955	3,28	0,29%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.11	36,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1154	3,96	0,35%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.02.12	42,30	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1353	4,64	0,41%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.01-CS01.01.02	333,50	1137	205,92	**400**	41,14	0,0315	0,026239	10,81	0,95%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.01.03.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.01	CS01.01.03	ST01.01.03.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,95%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.03.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.01-CS01.01.03	470,70	1137	205,92	**400**	41,14	0,0315	0,037033	15,25	1,34%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.01.04.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.01	CS01.01.04	ST01.01.04.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,84%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.04.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.01-CS01.01.04	434,15	1137	205,92	**400**	41,14	0,0315	0,034157	14,07	1,24%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.01.05.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.01	CS01.01.05	ST01.01.05.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,74%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.05.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.01-CS01.01.05	397,59	1137	205,92	**400**	41,14	0,0315	0,031281	12,88	1,13%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.01.06.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.01	CS01.01.06	ST01.01.06.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,63%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.06.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.01-CS01.01.06	361,04	1137	205,92	**400**	41,14	0,0315	0,028405	11,70	1,03%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.01.07.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.01	CS01.01.07	ST01.01.07.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,64%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.01.07.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.01-CS01.01.07	361,58	1137	205,92	**400**	41,14	0,0315	0,028448	11,72	1,03%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.01.08.01	35,39	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,1122	3,85	0,34%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.01.08.02	38,20	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,1211	4,15	0,37%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.01.08.03	17,52	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0555	1,91	0,17%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.01.08.04	11,31	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0358	1,23	0,11%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
CT01	INV01.01	CS01.01.08	ST01.01.08.05	11,21	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0355	1,22	0,11%	1,16%	22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.01.08.06	17,43	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0552	1,90	0,17%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.01.08.07	23,64	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0749	2,57	0,23%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.01.08.08	29,86	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0946	3,25	0,29%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			INV01.01-CS01.01.08	439,13	1137	137,28	**400**	29,40	0,0301	0,033042	9,07	0,80%		183,90	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

				MEDICIONES	CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN									CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE									
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	INVERSOR	CAJA DE STRING	TRAMO DE CABLE	Longitud total (m)	Umpp (V)	Impp (A)	Sección Cable (mm2)	Tª de servicio del cable (ºC)	Resistividad del cable a Tª de servicio (mn2/m)	Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km)	Caída de tensión del tramo (V)	Caída de tensión del tramo (%)	Caída de tensión acumulada (%)	Intensidad de diseño Ic=1,25*Ip	Iz: Intensidad admisible (A)	Ft: Factor de corrección por Tª	Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno	Nº de circuitos agrupados	Distancia entre cables (m)	Fag: Factor de corrección por agrupamiento	Profundidad de instalación (m)	Fp: Factor de corrección por Profundidad	Imax. adm corregida (A)
			ST01.02.01.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.02	CS01.02.01	ST01.02.01.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	2,06%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.01.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.02-CS01.02.01	509,14	1137	205,92	400	41,14	0,0315	0,040058	16,50	1,45%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.02.02.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.02	CS01.02.02	ST01.02.02.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	2,16%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.02.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.02-CS01.02.02	545,74	1137	205,92	400	41,14	0,0315	0,042937	17,68	1,56%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.02.03.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.02	CS01.02.03	ST01.02.03.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	2,26%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.03.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.02-CS01.02.03	582,35	1137	205,92	400	41,14	0,0315	0,045817	18,87	1,66%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.02.04.01	44,89	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1436	4,93	0,43%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.02	38,36	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1227	4,21	0,37%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.03	31,81	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1017	3,49	0,31%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.04	25,26	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0808	2,77	0,24%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.05	18,72	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0599	2,05	0,18%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.06	12,17	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0389	1,34	0,12%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.02	CS01.02.04	ST01.02.04.07	12,42	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0397	1,36	0,12%	2,37%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.08	18,95	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0606	2,08	0,18%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.09	25,49	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0815	2,80	0,25%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.10	32,02	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1024	3,51	0,31%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.11	38,57	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1234	4,23	0,37%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.04.12	45,11	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1443	4,95	0,44%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.02-CS01.02.04	678,22	1137	205,92	400	41,14	0,0315	0,053361	21,98	1,93%		275,85	434	1	1,28	12	0,5m	0,71	1,25	0,95	**374,70**
			ST01.02.05.01	44,11	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1411	4,84	0,43%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.02	29,87	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0955	3,28	0,29%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.03	23,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0756	2,60	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.04	17,44	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0558	1,91	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.05	49,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1590	5,46	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.06	11,36	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,25	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.02	CS01.02.05	ST01.02.05.07	49,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1599	5,49	0,48%	1,07%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.08	11,33	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.09	56,33	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1802	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.10	17,67	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.11	62,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,61%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.05.12	24,01	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.02-CS01.02.05	163,19	1137	205,92	400	38,95	0,0312	0,012735	5,24	0,46%		275,85	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**
			ST01.02.06.01	29,95	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0949	3,26	0,29%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.02.06.02	23,74	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0752	2,58	0,23%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.02.06.03	17,52	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0555	1,91	0,17%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.02.06.04	11,31	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0358	1,23	0,11%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
CT01	INV01.02	CS01.02.06	ST01.02.06.05	11,34	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0359	1,23	0,11%	0,82%	22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.02.06.06	49,69	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,1575	5,40	0,48%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.02.06.07	17,68	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0560	1,92	0,17%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.02.06.08	56,04	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,1776	6,09	0,54%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			INV01.02-CS01.02.06	155,37	1137	137,28	400	28,42	0,0300	0,011646	3,20	0,28%		183,90	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**
			ST01.02.07.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.02	CS01.02.07	ST01.02.07.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	0,96%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.07.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.02-CS01.02.07	124,80	1137	205,92	400	38,95	0,0312	0,009739	4,01	0,35%		275,85	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**
			ST01.02.08.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.02	CS01.02.08	ST01.02.08.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	0,85%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.02.08.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.02-CS01.02.08	88,12	1137	205,92	400	38,95	0,0312	0,006877	2,83	0,25%		275,85	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

				MEDICIONES	CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN									CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE									
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	INVERSOR	CAJA DE STRING	TRAMO DE CABLE	Longitud total (m)	Ump (V)	Impp (A)	Sección Cable (mm2)	Tª de servicio del cable (ºC)	Resistividad del cable a Tª de servicio (mn2/m)	Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km)	Caída de tensión del tramo (V)	Caída de tensión del tramo (%)	Caída de tensión acumulada (%)	Intensidad de diseño Ic=1,25*Ip	Iz: Intensidad admisible (A)	Ft: Factor de corrección por Tª	Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno	Nº de circuitos agrupados	Distancia entre cables (m)	Fag: Factor de corrección por agrupamiento	Profundidad de instalación (m)	Fp: Factor de corrección por Profundidad	Imax. adm corregida (A)
			ST01.03.01.01	11,22	1137	17,16	6	32,38	0,0189	0,0353	1,21	0,11%		22,99	53	1	1,1	3	Nula	0,70	0,7	1	40,81
			ST01.03.01.02	12,60	1137	17,16	6	32,38	0,0189	0,0396	1,36	0,12%		22,99	53	1	1,1	3	Nula	0,70	0,7	1	40,81
			ST01.03.01.03	51,05	1137	17,16	6	32,38	0,0189	0,1606	5,51	0,48%		22,99	53	1	1,1	3	Nula	0,70	0,7	1	40,81
			ST01.03.01.04	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.03	CS01.03.01	ST01.03.01.05	12,60	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0403	1,38	0,12%	0,92%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.01.06	51,18	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1637	5,62	0,49%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.01.07	17,53	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0561	1,92	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.01.08	23,74	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0759	2,61	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.01.09	29,96	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0958	3,29	0,29%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.03-CS01.03.01	205,50	1137	154,44	400	31,25	0,0303	0,015574	4,81	0,42%		206,89	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.03.02.01	62,41	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1996	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.02	24,06	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0769	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.03	56,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1793	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.04	17,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0566	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.03	CS01.03.02	ST01.03.02.05	49,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1590	5,46	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.06	11,36	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,25	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.07	49,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1599	5,49	0,48%	1,07%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.08	11,33	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.09	56,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1802	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.10	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.11	62,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,61%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.12	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.03-CS01.03.02	163,31	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,012794	5,27	0,46%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.03.02.01	62,41	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1996	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.02	24,06	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0769	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.03	56,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1793	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.04	17,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0566	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.05	49,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1590	5,46	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.06	11,36	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,25	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.03	CS01.03.03	ST01.03.02.07	49,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1599	5,49	0,48%	1,08%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.08	11,33	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.09	56,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1802	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.10	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.11	24,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0769	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.02.12	30,14	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0964	3,31	0,29%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.03-CS01.03.03	168,23	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,013179	5,43	0,48%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.03.04.01	62,41	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1996	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.02	24,06	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0769	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.03	56,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1793	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.04	17,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0566	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.05	49,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1590	5,46	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.06	11,36	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,25	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.03	CS01.03.04	ST01.03.04.07	49,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1599	5,49	0,48%	1,01%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.08	11,33	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.09	56,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1802	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.10	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.11	62,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,61%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.04.12	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.03-CS01.03.04	142,12	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,011134	4,59	0,40%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.03.05.01	62,41	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1996	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.02	24,06	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0769	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.03	56,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1793	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.04	17,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0566	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.05	49,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1590	5,46	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.06	11,36	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,25	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.03	CS01.03.05	ST01.03.05.07	49,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1599	5,49	0,48%	0,87%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.08	11,33	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.09	56,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1802	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.10	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.11	62,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,61%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.05.12	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.03-CS01.03.05	93,95	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,00736	3,03	0,27%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.03.06.01	62,41	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1996	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.02	24,06	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0769	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.03	56,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1793	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.04	17,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0566	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.05	49,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1590	5,46	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.06	11,36	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,25	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.03	CS01.03.06	ST01.03.06.07	49,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1599	5,49	0,48%	0,84%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.08	11,33	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.09	56,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1802	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.10	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.11	62,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,61%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.06.12	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.03-CS01.03.06	83,51	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,006543	2,69	0,24%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.03.07.01	62,41	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1996	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.02	24,06	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0769	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.03	56,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1793	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.04	17,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0566	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.05	49,71	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1590	5,46	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.06	11,36	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,25	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.03	CS01.03.07	ST01.03.07.07	49,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1599	5,49	0,48%	0,95%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.08	11,33	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.09	56,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1802	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.10	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.11	62,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,61%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.07.12	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.03-CS01.03.07	120,26	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,009421	3,88	0,34%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.03.08.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.03	CS01.03.08	ST01.03.08.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,03%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.03.08.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.03-CS01.03.08	148,97	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,011671	4,81	0,42%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

				MEDICIONES	CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN									CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE									
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	INVERSOR	CAJA DE STRING	TRAMO DE CABLE	Longitud total (m)	Umpp (V)	Impp (A)	Sección Cable (mm2)	Tª de servicio del cable (ºC)	Resistividad del cable a Tª de servicio (mn2/m)	Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km)	Caída de tensión del tramo (V)	Caída de tensión del tramo (%)	Caída de tensión acumulada (%)	Intensidad de diseño Isc*1,25*Np	Iz: Intensidad admisible (A)	Ft: Factor de corrección por Tª	Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno	Nº de circuitos agrupados	Distancia entre cables (m)	Fag: Factor de corrección por agrupamiento	Profundidad de instalación (m)	Fp: Factor de corrección por Profundidad	Imax. adm corregida (A)
			ST01.04.01.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.04	CS01.04.01	ST01.04.01.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	0,93%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.01.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.04-CS01.04.01	113,88	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,008922	3,67	0,32%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.04.02.01	42,41	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1356	4,65	0,41%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.02	81,07	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2593	8,90	0,78%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.04	CS01.04.02	ST01.04.02.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,00%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.02.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.04-CS01.04.02	77,44	1137	205,92	400	40,00	0,0313	0,006067	2,50	0,22%		275,85	434	1	1,28	10	0,5m	0,73	1,25	0,95	**385,25**
			ST01.04.03.01	29,87	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0947	3,25	0,29%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.04.03.02	23,65	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0749	2,57	0,23%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.04.03.03	17,43	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0552	1,90	0,17%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.04.03.04	11,22	1137	17,16	6	34,35	0,0190	0,0355	1,22	0,11%		22,99	53	1	1,1	4	Nula	0,65	0,7	1	37,90
			ST01.04.03.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.04	CS01.04.03	ST01.04.03.06	17,53	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0561	1,92	0,17%	1,28%	22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.03.07	23,74	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0759	2,61	0,23%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.03.08	29,96	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0958	3,29	0,29%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.03.09	36,18	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1157	3,97	0,35%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.04-CS01.04.03	453,93	1137	154,44	400	30,66	0,0302	0,034323	10,60	0,93%		206,89	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**
			ST01.04.04.01	36,08	1137	17,16	6	41,59	0,0195	0,1174	4,03	0,35%		22,99	53	1	1,1	7	Nula	0,53	0,7	1	30,90
			ST01.04.04.02	29,87	1137	17,16	6	41,59	0,0195	0,0972	3,34	0,29%		22,99	53	1	1,1	7	Nula	0,53	0,7	1	30,90
			ST01.04.04.03	23,65	1137	17,16	6	41,59	0,0195	0,0770	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	7	Nula	0,53	0,7	1	30,90
			ST01.04.04.04	17,43	1137	17,16	6	41,59	0,0195	0,0567	1,95	0,17%		22,99	53	1	1,1	7	Nula	0,53	0,7	1	30,90
			ST01.04.04.05	11,22	1137	17,16	6	41,59	0,0195	0,0365	1,25	0,11%		22,99	53	1	1,1	7	Nula	0,53	0,7	1	30,90
			ST01.04.04.06	12,96	1137	17,16	6	41,59	0,0195	0,0422	1,45	0,13%		22,99	53	1	1,1	7	Nula	0,53	0,7	1	30,90
CT01	INV01.04	CS01.04.04	ST01.04.04.07	51,42	1137	17,16	6	41,59	0,0195	0,1673	5,74	0,51%	2,29%	22,99	53	1	1,1	7	Nula	0,53	0,7	1	30,90
			ST01.04.04.08	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.04.09	12,45	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0398	1,37	0,12%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.04.10	51,00	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1631	5,60	0,49%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.04.11	59,42	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1900	6,52	0,57%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.04.12	65,46	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2093	7,18	0,63%		22,99	53	1	1,1	5	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.04-CS01.04.04	586,51	1137	205,92	400	38,95	0,0312	0,045769	18,85	1,66%		275,85	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**
			ST01.04.05.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.04	CS01.04.05	ST01.04.05.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	2,19%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.05.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.04-CS01.04.05	561,62	1137	205,92	400	38,95	0,0312	0,043826	18,05	1,59%		275,85	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**
			ST01.04.06.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.04	CS01.04.06	ST01.04.06.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	2,09%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.06.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.04-CS01.04.06	524,31	1137	205,92	400	38,95	0,0312	0,040915	16,85	1,48%		275,85	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**
			ST01.04.07.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.04	CS01.04.07	ST01.04.07.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,98%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.07.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.04-CS01.04.07	486,97	1137	205,92	400	38,95	0,0312	0,038001	15,65	1,38%		275,85	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**
			ST01.04.08.01	23,99	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0767	2,63	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.02	62,66	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,2004	6,88	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.03	17,65	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0564	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.04	56,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1801	6,18	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.05	11,31	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0362	1,24	0,11%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.06	49,97	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1598	5,48	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
CT01	INV01.04	CS01.04.08	ST01.04.08.07	11,34	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0363	1,24	0,11%	1,88%	22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.08	49,69	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1589	5,45	0,48%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.09	17,68	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0565	1,94	0,17%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.10	56,04	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1792	6,15	0,54%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.11	24,03	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,0768	2,64	0,23%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			ST01.04.08.12	62,39	1137	17,16	6	36,85	0,0192	0,1995	6,85	0,60%		22,99	53	1	1,1	6	Nula	0,60	0,7	1	34,98
			INV01.04-CS01.04.08	449,69	1137	205,92	400	38,95	0,0312	0,035092	14,45	1,27%		275,85	434	1	1,28	8	0,5m	0,75	1,25	0,95	**395,81**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

3. Cableado de media tensión en corriente alterna

El presente apartado se realiza con el objeto de mostrar los cálculos eléctricos correspondientes a los circuitos de media tensión subterráneos que conectarán el centro de transformación del módulo de generación fotovoltaico con la subestación de la misma.

Para la elección final de los cables se realizan los cálculos correspondientes a la intensidad máxima admisible, caída de tensión, pérdida de potencia y nivel de cortocircuito soportado por el cable seleccionado.

3.1. Normativa

La instalación se diseñará y construirá con arreglo a las diversas disposiciones legales, reglamentos y demás normativa general vigentes, así como las normas técnicas particulares de los ayuntamientos implicados y la compañía que explota la red general de distribución eléctrica de la zona.

Para los cálculos eléctricos se cumplirá lo requerido en la última edición vigente de los códigos y normas que sean de aplicación de la siguiente lista, sin que esto suponga una restricción o renuncia a cualquier otro código y norma aplicable no relacionada en la misma.

- International Standardization Organization (ISO)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- UNE-HD 60364-5-52
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- UNE 211003-1:2001: Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).
- UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados.
- IEC 60949 - Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects.

3.2. Condiciones instalación

3.2.1. Descripción general de la red

La red de media tensión conecta el centro de transformación con la subestación. Las características principales de la red de media tensión en 30 kV del módulo de generación fotovoltaico son las siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 15: Condiciones del cableado de CA

Tensión nominal	30 kV
Frecuencia	50 Hz
Disposición de la instalación	Directamente enterrado / Enterrado bajo tubo
Configuración	Triángulo

3.2.2. Descripción del cable subterráneo

Los cables empleados serán AL 18/30 kV del tipo unipolar, conductor de aluminio de sección de 240 mm2, aislamiento XLPE, con pantalla metálica a base de hilos de cobre de 25 mm^2 y cubierta exterior de poliolefina termoplástica.

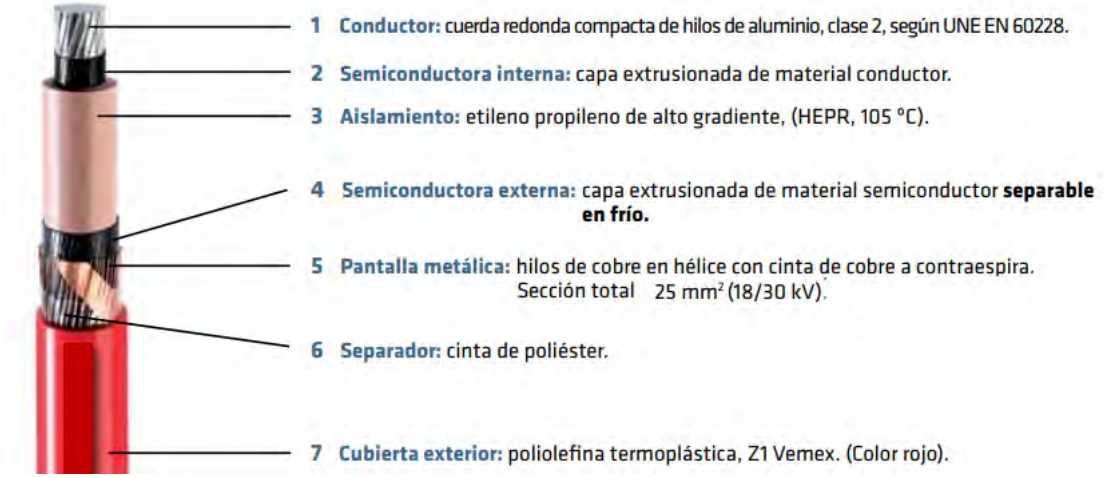


Ilustración 2: Cable tipo red MT

Tabla 16: Condiciones del cable de MT

Tensión nominal	18/30 kV
Conductor	Cuerda compacta de aluminio
Sección de conductores	240 mm^2
Aislamiento	XLPE
Tipo de canalización	Directamente enterrado

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los valores de las resistencias de los conductores a su temperatura máxima de operación (90°C) y de las reactancias inductivas son:

Tabla 17: Sección, resistencia y reactancia del cable de MT

Sección (mm^2)	240
Resistencia corriente alterna (Ω/km)	0,125
Reactancia inductiva (Ω/km)	0,109

3.2.3. Circuitos

Los circuitos que conforman el módulo de generación fotovoltaico son recogidos en las siguientes tablas:

Tabla 18: Circuitos del módulo de generación fotovoltaico

CIRCUITO 1			
Desde	Hasta	Longitud (m)	Sección (mm^2)
CT01	SET	3.297	Al 3x240

El método de instalación de los circuitos será directamente enterrado, con una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W, temperatura del terreno de 25°C y enterrado a una profundidad de 1 m. En el caso de existir más de una terna por zanja, la separación entre ellas sería de 20 cm.

El número máximo de ternas por zanja será de 1 tanto dentro del recinto del vallado como a lo largo de la línea de evacuación, hasta la subestación.

3.3. Criterio intensidad máxima admisible

La intensidad máxima calculada para el diseño de la línea viene dada por la expresión:

$$I_{cálculo} = S/(\sqrt{3} \times U)$$

Siendo:

- S = potencia máxima a transportar en kVA
- U = tensión en kV

La corriente máxima admisible por los cables depende de una serie de factores, de sus características constructivas, así como de las características del terreno. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$I_{max.adm} = Ft \cdot Fr \cdot Fnt \cdot Fp \cdot I_z$$

donde:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Ft ≡ factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- Fr ≡ factor de corrección debido a la resistividad térmica del terreno.
- Fnt ≡ factor de corrección debido al número de ternas por circuito.
- Fp ≡ factor de corrección debido a la profundidad de enterramiento de los circuitos.
- Iz= Intensidad máxima admisible que puede transportar el conductor antes de aplicar los factores de corrección, o en condiciones estándar.

Las secciones finales seleccionadas deben cumplir con el siguiente criterio:

$$I_{cálculo} < I_{máx.adm}$$

Las condiciones para este cálculo son las siguientes:

Tabla 19: Condiciones del cable de MT

Temperatura del terreno	25ºC
Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W
Distancia entre ternas	20 cm.
Método de instalación	Directamente enterrado
Profundidad	1 m.

En las siguientes tablas que se muestran la intensidad admisible en condiciones estándar de los conductores atendiendo a su material de aislamiento y, posteriormente, los correspondientes factores de corrección a aplicar para las condiciones reales de la instalación objeto de este documento.

Tabla 20: Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados.

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.3.1. Factor de corrección por temperatura del terreno

Dependerá de la temperatura del terreno considerada y de la naturaleza del aislamiento. Cuando la temperatura del terreno del proyecto es diferente a 25ºC, la corriente admisible del cable se debe corregir según los valores de la siguiente tabla:

Tabla 21: Factores de corrección para temperaturas de terreno diferentes de 25ºC

TEMPERATURA SERVICIO PERMANENTE	F1: Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25 °C (Tabla 7 , ITC LAT 06)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.9	0.87	0.83
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78

3.3.2. Factor de corrección por resistividad térmica

Depende de la capacidad del terreno para disipar calor. Si el valor de la resistividad térmica del terreno donde se va a instalar el módulo es diferente a 1,5 Km/W entonces el valor de la corriente admisible del cable se ha de corregir con los valores que se obtienen de la tabla mostrada a continuación:

Tabla 22: Factores de corrección para valores de resistividad térmica del terreno diferentes de 1,5 K·m/W

Instalación	Sección mm2	F2: Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W (Tabla 8, ITC LAT 06)						
		0.8	0.9	1	1.5	2	2.5	3
Directamente enterrados	25	1.25	1.2	1.16	1	0.89	0.81	0.75
	35	1.25	1.21	1.16	1	0.89	0.81	0.75
	50	1.26	1.21	1.16	1	0.89	0.81	0.74
	70	1.27	1.22	1.17	1	0.89	0.81	0.74
	95	1.28	1.22	1.18	1	0.89	0.8	0.74
	120	1.28	1.22	1.18	1	0.88	0.8	0.74
	150	1.28	1.23	1.18	1	0.88	0.8	0.74
	185	1.29	1.23	1.18	1	0.88	0.8	0.74
	240	1.29	1.23	1.18	1	0.88	0.8	0.73
	300	1.3	1.24	1.19	1	0.88	0.8	0.73
	400	1.3	1.24	1.19	1	0.88	0.79	0.73
	500	1.31	1.25	1.2	1	0.87	0.79	0.73
	630	1.31	1.25	1.2	1	0.87	0.79	0.73
Enterrado bajo tubo	25	1.12	1.1	1.08	1	0.93	0.88	0.83
	35	1.13	1.11	1.09	1	0.93	0.88	0.83
	50	1.13	1.11	1.09	1	0.93	0.87	0.83
	70	1.13	1.11	1.09	1	0.93	0.87	0.82
	95	1.14	1.12	1.09	1	0.93	0.87	0.82
	120	1.14	1.12	1.1	1	0.93	0.87	0.82
	150	1.14	1.12	1.1	1	0.93	0.87	0.82
	185	1.14	1.12	1.1	1	0.93	0.87	0.82
	240	1.15	1.12	1.1	1	0.92	0.86	0.81
	300	1.15	1.13	1.1	1	0.92	0.86	0.81
	400	1.16	1.13	1.1	1	0.92	0.86	0.81

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALLANO

3.3.3. Factor de agrupamiento

Es debido al calentamiento mutuo que se produce entre los cables que coinciden en la misma canalización ya que crea más dificultades para la disipación de calor. Dependerá de la tipología de la canalización, número y tipo de cables que discurren por ella.

Tabla 23: Factores de corrección para más de una terna de cables por zanja

Instalación	Separación (m)	Número de ternas en la zanja									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Directamente enterrados	0	1	0.76	0.65	0.58	0.53	0.5	0.47	0.45	0.43	0.42
	0.2	1	0.82	0.73	0.68	0.64	0.61	0.59	0.57	0.56	0.55
	0.4	1	0.86	0.78	0.75	0.72	0.7	0.68	0.67	0.66	0.65
	0.6	1	0.88	0.82	0.79	0.77	0.76	0.74	0.74	0.73	-
	0.8	1	0.9	0.85	0.83	0.81	0.8	0.79	-	-	-
Enterrado bajo tubo	0	1	0.8	0.7	0.64	0.6	0.57	0.54	0.52	0.5	0.49
	0.2	1	0.83	0.75	0.7	0.67	0.64	0.62	0.6	0.59	0.58
	0.4	1	0.87	0.8	0.77	0.74	0.72	0.71	0.7	0.69	0.68
	0.6	1	0.89	0.83	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	-
	0.8	1	0.9	0.86	0.84	0.82	0.81	-	-	-	-

3.3.4. Factor de profundidad

Cuando la profundidad de instalación es diferente a 1 metro, la intensidad máxima admisible se debe corregir con los siguientes valores dependiendo del método de instalación y de la sección del cable:

Tabla 24: Factores de corrección para profundidades de instalación diferentes de 1 metro

Profundidad	Cables enterrados		Cables bajo tubo	
	< 185 mm2	> 185 mm2	< 185 mm2	> 185 mm2
0.5	1.06	1.09	1.06	1.08
0.6	1.04	1.07	1.04	1.06
0.8	1.02	1.03	1.02	1.03
1	1	1	1	1
1.25	0.98	0.98	0.98	0.98
1.5	0.97	0.96	0.97	0.96
1.75	0.96	0.94	0.96	0.95
2	0.95	0.93	0.95	0.94
2.5	0.93	0.91	0.93	0.92
3	0.92	0.89	0.92	0.91

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.4. Criterio máxima caida de tensión

Calculamos la caída de tensión en porcentaje (%), comprobando que el promedio de la caída de tensión de MT entre centros de transformación dentro del módulo de generación, no supera 0,5%, valor máximo permitido por Forestalia.

El cálculo de la caída de tensión se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

donde:

- I ≡ corriente nominal (A)
- R ≡ resistencia del conductor en corriente alterna (Ω/km)
- X ≡ reactancia media para el circuito (Ω/km)
- L ≡ longitud de la línea (km)
- cos φ ≡ factor de potencia

La caída de tensión porcentual será:

$$\Delta U\ (\%) = \Delta U\ /\ Unominal$$

3.5. Criterio intensidad máxima de cortocircuito

La capacidad de corriente en condiciones de cortocircuito para los conductores seleccionados deberá ser superior al nivel de cortocircuito máximo acontecido en el módulo de generación fotovoltaico. Esto deberá cumplirse para cada una de las secciones seleccionadas.

Las líneas subterráneas tendrán una tensión de funcionamiento de 30 kV, así que tanto el aislamiento del cable y accesorios como las restantes características eléctricas corresponderán a esta tensión para la red de distribución interna del módulo de generación fotovoltaico en media tensión.

Con la sección del conductor se determinará la máxima intensidad de cortocircuito mediante las fórmulas pertenecientes a la norma IEC 60949:

$$I = Icc \times \varepsilon$$

Donde:

- I ≡ corriente de cortocircuito máxima admisible (A)
- Icc ≡ corriente de cortocircuito adiabática (A)
- ε ≡ factor que contempla las pérdidas de calor en los componentes adyacentes.

La corriente de cortocircuito adiabática se determina mediante la siguiente expresión:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

$$I_{cc}{}^2 = \frac{1}{t} \cdot \left[S^2 \cdot K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)\right]$$

Donde:

- S ≡ sección del conductor (mm²)
- t ≡ tiempo de duración del cortocircuito (s)
- K ≡ constante dependiente del material conductor. Al = 148 A·s1/2/mm² y Cu = 226 A·s1/2/mm²
- Θf ≡ temperatura límite de cortocircuito.
- Θi ≡ temperatura límite para servicio continuo.
- β ≡ inverso del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura del conductor. Al=228 K y Cu = 234,5 K.

El conductor es de aluminio, por lo que se tomarán las constantes propias de este material y un tiempo de cortocircuito de 0,5 segundos.

$$I_{cc} = \sqrt{\frac{1}{t} \cdot \left[S^2 \cdot K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)\right]}$$

Factor debido a las pérdidas de calor en el conductor:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + X \cdot \sqrt{\frac{t}{S}} + Y \cdot \left(\frac{t}{S}\right)}$$

Donde:

- ε ≡ factor que considera las pérdidas térmicas en el conductor
- X e Y ≡ factores dependientes de los materiales adyacentes. X = 0,44 (mm²/s)1/2 e Y = 0,1 mm²/s para el aluminio.
- t ≡ tiempo de duración de cortocircuito (s)
- S ≡ sección del conductor (mm²)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.6. Resumen resultados MT

Tabla 25: Resultados para el cálculo de caída de tensión, intensidad máxima admisible, pérdida de potencia y cortocircuito

CÁLCULO CAÍDA DE													CAÍDA DE TENSIÓN			PÉRDIDA DE POTENCIA		
	TRAMO	TENSIÓN (KV)	POTENCIA APARENTE (KVA)	INTENSIDAD (A)	Cos(fi)	Sen(fi)	Longitud total (m)	Sección (mm2)	Tª del cable (ºC)	Resistencia Cable a 20ºC (ohm/km)	Resistencia Cable Tª de servicio (ohm/km)	Reactancia (Ohm/km)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)	CAIDA DE TENSIÓN TOTAL (%)	PÉRDIDAS DE POTENCIA (w)	PÉRDIDAS DE POTENCIA (%)	PÉRDIDA DE POTENCIA TOTAL (%)
CIRCUITO 1	CT01-SET	30	6.548	126,02	0,95	0,31	3297	240	27,63	0,125	0,1288	0,109	112,58	0,38%	0,38%	19226	0,31%	0,31%

CÁLCULO DE I max admisible																
	TRAMO	Longitud total (m)	Sección (mm2)	Temperatura terreno (ºC)	Factor de correción por la Temperatura terreno	Resistividad del terrEno (Kxm/W)	Factor de correción por resistividad térmica	Agrupamiento de circuitos	Distancia entre circuitos	Factor de correción por agrupamiento	Profundad de instalación	Factor de correción Profundad de instalación	I adm.cable (A)	Imax adm.cable (A)	I línea (A)	COMPROBACION Ilínea < Imax adm.
CIRCUITO 1	CT01-SET	3297,05	240	20	1,04	1,5	1	1	0,2	1	1	1	367	381,68	126,02	CUMPLE

CÁLCULO POR Icc											
	TRAMO	Longitud total (m)	Sección (mm2)	Temperatura max. Admisible en cortocircuito (ºC)	Temperatura inicial (ºC)	Temperatura max. Admisible en operacion (ºC)	Duración del cortocircuito (s)	Icc (A)	Sección mínima por cortocircuito (mm2)	Scc: Sección normalizada inmediatamenta superior (mm2)	COMPROBACION Scc < = S escogida
CIRCUITO 1	CT01-SET	3297,05	240	250	90	90	0,5	20000	148,865	150	CUMPLE

4. Línea subterránea de evacuación

En el siguiente apartado se detallan las características de la línea de media tensión subterránea que conectará el centro de transformación CT1 a la subestación, así como el resultado de los cálculos eléctricos.

4.1. Condiciones instalación

4.1.1. Descripción general de la línea de evacuación

La línea de evacuación de media tensión conecta el centro de transformación CT1 del módulo de 7.215,0 kWp a la subestación trasformadora. Las características principales son:

Tabla 26: Condiciones del cableado de CA

Tensión nominal	30 kV
Frecuencia	50 Hz
Disposición de la instalación	Directamente enterrado
Configuración	Triángulo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.1.2. Descripción del cable subterráneo

El tipo de cable empleado será AL 18/30 kV del tipo unipolar, conductor de aluminio de sección 240 mm^2, aislamiento XLPE, con pantalla metálica a base de hilos de cobre de 25 mm^2 y cubierta exterior de poliolefina termoplástica (Ilustración 2).

Tabla 27: Condiciones del cable de MT

Tensión nominal	18/30 kV
Conductor	Cuerda compacta de aluminio
Sección de conductor	240 mm^2
Aislamiento	XLPE
Tipo de canalización	Directamente enterrado

Los valores de las resistencias del conductor a su temperatura máxima de operación (90°C) y de las reactancias inductivas son:

Tabla 28: Sección, resistencia y reactancia del cable de MT

Sección (mm^2)	240
Resistencia corriente alterna (Ω/km)	0,125
Reactancia inductiva (Ω/km)	0,109

4.1.3. Circuitos

La línea de evacuación del módulo de generación fotovoltaico reúne las siguientes características:

Tabla 29: Circuitos del módulo de generación fotovoltaico

Circuito	Desde	Hasta	Nº Circuitos/polo	Longitud (m)	Sección (mm^2)
CIRCUITO 1	CT1	SET	1	3.297	Al 3x240

El método de instalación del circuito será directamente enterrado, con una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W, temperatura del terreno de 20°C y enterrado a una profundidad de 1 m.

El número máximo de ternas por zanja será de 1 tanto dentro del recinto del vallado como a lo largo de la línea de evacuación, hasta la subestación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los cálculos correspondientes a la intensidad máxima admisible, caída de tensión, pérdida de potencia y nivel de cortocircuito soportado por el cable seleccionado se han realizado conforme a lo descrito en el apartado *3. Cableado de media tensión en corriente alterna*, como se puede ver en el apartado *3.6. Resumen resultados MT.*

5. Red de tierras

Se realizan los cálculos eléctricos correspondientes al dimensionado de la red de tierra del centro de transformación del módulo de generación fotovoltaico de AZAFRAN II que se conectará con la subestación.

5.1. Normativa

- ITC RAT 13. Instalaciones de puesta a tierra. Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados.
- IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- IEC 61643-11:2013: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo.
- IEC 61140:2016: Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos.
- RBT - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- ITC-BT 21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras
- ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.
- UNE 36092:2014: Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.

5.2. Datos de entrada

- Características terreno:

Tabla 30: Características físicas del terreno

ρs: Resistividad del terreno	200 Ω·m
Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Características del centro de transformación:

Tabla 31: Características del CT

Tipo de instalaciones del neutro	Neutro aislado
U: Tensión de servicio	30 kV
Unbt: Tensión de aislamiento BT	8 kV
t: Tiempo de despeje de la falta de las protecciones	0,5 s
Dimensiones del centro de transformación (m)	5,88 x 2,10 x 1,94

5.3. Cálculos red de tierra del CT

La sección del anillo de tierra del centro de transformación será de 95 mm^2, como se puede ver en los planos "CE-DW-16", "EE-DW-05" y "EE-DW-06".

A continuación, se reportan los cálculos de dimensionado de la red tierra de un centro de trasformación aislado según el procedimiento ITC RAT 13 "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría".

5.3.1. Cálculo de las máximas tensiones de paso y de contacto admisibles

En función del tiempo de despeje de la falta, la Comisión de Reglamento de UNESA proporciona los valores de máxima tensión de paso y de contacto admisible por el cuerpo humano.

$$0{,}1 < t \leq 0{,}9\ s \ \rightarrow\ k = 72\ ;\ n = 1$$

$$0{,}9 < t \leq 3\ s \ \rightarrow\ k = 78{,}5\ ;\ n = 0{,}18$$

$$3 < t \leq 5\ s \ \rightarrow\ Vca = 64\ V\ ;\ Vpa = 640\ V$$

$$t > 5\ s \ \rightarrow\ Vca = 50\ V\ ;\ Vpa = 500\ V$$

$$\textit{Máxima tensión de paso admisible}: Vp\ máx = \frac{10k}{t^n}\left(1 + \frac{6\rho_s}{1000}\right) = \frac{10 \cdot 72}{t^1}\left(1 + \frac{1200}{1000}\right) = 3168\ V$$

$$\textit{Máxima tensión de contacto admisible}: Vc\ máx = \frac{k}{t^n}\left(1 + \frac{1{,}5\rho_s}{1000}\right) = \frac{72}{t^1}\left(1 + \frac{300}{1000}\right) = 187\ V$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

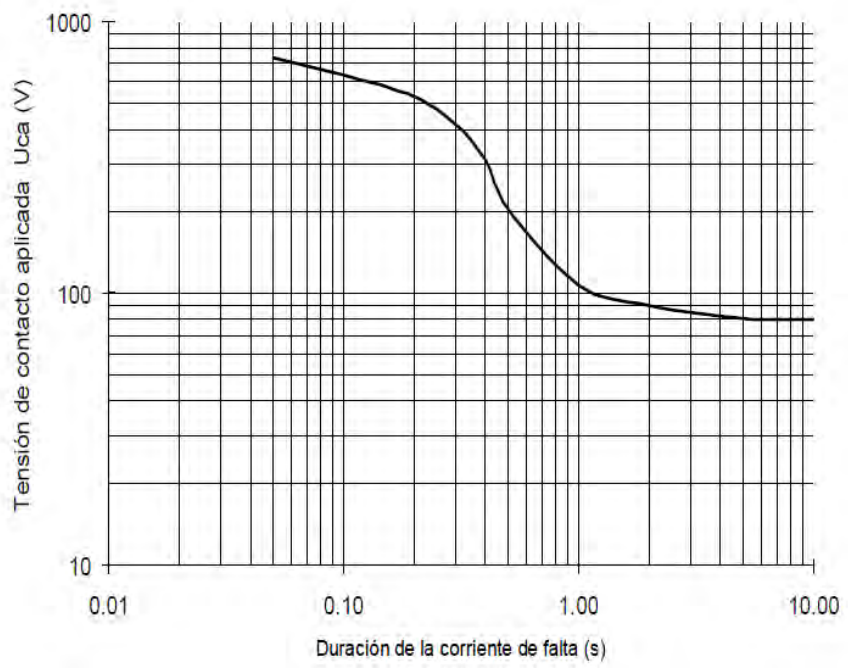


Ilustración 3: Máxima tensión de contacto admisible en función de la duración de la falta.

En los próximos apartados se comprobará que con el sistema de puesta a tierra elegido los valores de V_p y V_c sean inferiores a $Vp_{máx}$ y $Vc_{máx.}$

5.3.2. Dimensionado del anillo de tierra del centro de transformación

Se elige un anillo de tierra rectangular de dimensiones 8x4 metros, con las siguientes características:

Tabla 32: Características del anillo de tierra del centro de transformación

Dimensiones anillo de tierra	8 m x 4 m
Profundidad de instalación	0,8 m
Número de picas	8
Longitud de las picas	2 m

Las dimensiones supuestas para el anillo de tierra son las máximas propuestas por el procedimiento ITC RAT 13, siendo superiores a las de la cimentación del centro de transformación que son 5,88 m x 2,1 m. Por lo tanto, se considera que el anillo de tierra estará correctamente dimensionado.

La tabla A2-31 del anexo 2 del ITC RAT 13 proporciona los valores de Kr, Kp y Kc para el anillo elegido:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Configuración		LP (m)	Resistencia Kr	Tensión de paso Kp	Tensión de contacto ext. Kc = Kp(acc)	Código de la configuración
Profundidad = 0,5 m	Sin picas	-	0,094	0,0184	0,0553	70-40/5/00
	4 picas 	2	0,076	0,0165	0,0362	70-40/5/42
		4	0,064	0,0134	0,0271	70-40/5/44
		6	0,056	0,0113	0,0215	70-40/5/46
		8	0,049	0,0097	0,0177	70-40/5/48
	8 picas 	2	0,068	0,0143	0,0302	70-40/5/82
		4	0,055	0,0108	0,0201	70-40/5/84
		6	0,046	0,0087	0,0148	70-40/5/86
		8	0,040	0,0072	0,0115	70-40/5/88

Ilustración 4: Parámetros característicos electrodos puesta a tierra

Tabla 33: Coeficientes de resistencia de tierra, de tensión de contacto y de paso del anillo propuesta

Dimensiones anillo de tierra	8 m x 4 m
Kr	0,068 m^{-1}
Kp	0,0143 m^{-1}
Kc	0,0302 m^{-1}

Se procede con el cálculo de la resistencia de puesta a tierra:

$$Rt = Kr \cdot \rho_s = 0{,}068 \cdot 200 = 13{,}60\ \Omega$$

En los próximos apartados se verificará si las características de este anillo permiten cumplir con los requisitos de tensión de paso y de contacto.

5.3.3. Cálculo de la máxima corriente monofásica a tierra

El sistema presenta un neutro aislado, por lo tanto, la corriente monofásica a tierra es determinada por la capacidad de la red.

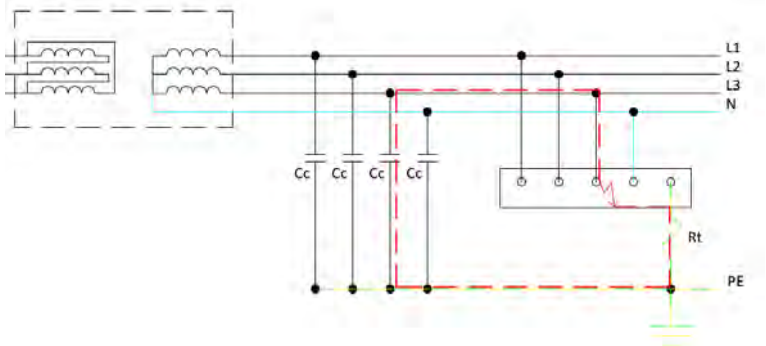


Ilustración 5: Bucle de falta a tierra en sistema con neutro aislado

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se ha realizado el cálculo para el centro de transformación CT01 y se añade la longitud de la red de MT enterrada desde la subestación.

A continuación, se reportan las características del sistema a considerar:

Tabla 34: Características del sistema eléctrico

Lc: Longitud línea MT enterrada entre CT01 – subestación	3,297 km
Cc: Capacidad de líneas subterráneas	0,25 µF/km
Rt: Resistencia de la puesta a tierra del centro de transformación	13,6 Ω

Se calcula la máxima corriente monofásica a tierra del sistema a neutro aislado:

$$Id = \frac{\sqrt{3}U(\omega C_C L_C)}{\sqrt{1+(\omega C_C L_C)^2(3Rt)^2}} = 13{,}46\ A$$

5.3.4. Comprobación de las tensiones de paso y de contacto

En este apartado se comprueba si con el anillo elegido las tensiones de paso y contacto son inferiores a las máximas admisibles calculadas anteriormente.

$$Vp = Kp \cdot \rho_s \cdot Id = 0{,}0143 \cdot 200 \cdot 13{,}46 = 38{,}49\ V < Vp\ máx = 3168\ V$$
$$Vc = Kc \cdot \rho_s \cdot Id = 0{,}0302 \cdot 200 \cdot 13{,}46 = 81{,}29\ V < Vc\ máx = 187\ V$$

El sistema de puesta a tierra elegido permite cumplir con el criterio del procedimiento ITC RAT 13.

Cabe destacar que se ha realizado el cálculo de dimensionado de la red de tierra de un centro de trasformación aislado. En la realidad, el centro de transformación del módulo de generación fotovoltaico de AZAFRAN II se interconectará con la red de tierra general, por lo tanto, la resistencia de la puesta a tierra será aún menor con respecto a la calculada en esta memoria, habiendo tenido en cuenta el caso más desfavorable posible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

Cálculos energéticos

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1. Recurso solar 1
1.1. Radiación 1
1.2. Albedo 3
2. Metodología 5
2.1. Cálculo de la energía incidente efectiva 5
2.2. Energía virtual de MPP 8
2.3. Energía del sistema 9
3. Estimación de pérdidas 10
3.1. Trayectoria solar y horizonte 10
3.2. Sombreado de panel 11
3.3. Ángulo de reflexión y espectral 12
3.4. Suciedad 13
3.5. Eficiencia del panel 14
3.6. Nivel de radiación 14
3.7. Temperatura 14
3.8. Pérdidas eléctricas por sombreado 15
3.9. Calidad de paneles 15
3.10. Degradación 15
3.11. Mismatch 16
3.12. Cableado de corriente continua 16
3.13. Eficiencia del inversor 16
3.14. Cableado de corriente alterna 18
3.15. Transformadores 18
3.16. Consumos auxiliares 19
3.17. Disponibilidad 19
3.18. Resumen 19
4. Resultados 20

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

1. Recurso solar

PVsyst utiliza bases de datos de centros internacionales reconocidos y genera datos horarios de irradiación si no cuenta con ellos con un algoritmo de interpolación avanzado.

La base de datos utilizada será SolarGis.

SolarGis es una base de datos propiedad de GeoModel, derivada de satélites de alta resolución de Europa, África, Asia, Australia Occidental y Brasil, con la mejor calidad y fiabilidad disponible en el mercado confirmada por el Informe Independiente de Expertos (Agencia Internacional de la Energía, SHC Tarea 36 - comparación cruzada de datos).

La radiación solar se calcula mediante modelos numéricos, que son parametrizados por un conjunto de entradas que caracterizan la transmitancia de las nubes, el estado de las condiciones de la atmósfera y el suelo.

Para la irradiación de cielo claro, SolarGis utiliza el modelo simplificado SOLIS. Este modelo permite el cálculo rápido de la irradiación de cielo claro a través de un conjunto de parámetros de entrada. La posición del Sol es un parámetro determinante, y es descrito por modelos numéricos con alta precisión. La variabilidad estocástica del modelo de cielo claro está determinada por el cambio en las concentraciones de los componentes atmosféricos tales como aerosoles, vapor de agua y ozono.

Los datos satelitales que utiliza SolarGis son de alta resolución espacial, de 3 km a 4 km, y un intervalo temporal de 15 minutos (datos MSG) y 30 minutos (datos MFG). El índice de nube se deriva relacionando los cuatro canales espectrales registrados de radiación y albedo de la superficie de las propiedades ópticas de las nubes. En SolarGis, el esquema de cálculo modificado HELIOSAT-2 se ha adoptado para la propiedad óptica de la nube de datos de satélite.

1.1. Radiación

Los archivos TMY son conjuntos de datos de valores horarios de radiación solar e información meteorológica. Son yuxtaposiciones de meses o períodos de datos reales, elegidos en el conjunto de datos plurianuales de tal manera que representan un período típico de 1 año. Su uso previsto es para simulaciones informáticas de energía solar, sistemas de conversión y sistemas de construcción para facilitar las comparaciones de rendimiento de diferentes sistemas tipos, configuraciones y ubicaciones. Porque representan condiciones típicas en lugar de extremas.

La TMY se construye mediante la selección de los meses más representativos de las series que finalmente se concatenan en un único año artificial y representativo. La selección de los meses representativos sigue dos criterios:

- Diferencia mínima entre las características estadísticas (promedio anual, promedios mensuales) de la TMY y las series temporales. A este criterio se le da una ponderación de alrededor del 80%.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Máxima similitud de las Funciones de Distribución Acumulativa (FCD) mensuales de la TMY y las series temporales, de modo que la aparición de valores horarios típicos esté bien representada para cada mes. A este criterio se le da una ponderación de alrededor del 20%.

La importancia de cada parámetro al seleccionar los meses típicos se pondera según el tipo de aplicación de energía solar que se esté considerando. De esta manera, la irradiancia directa (DNI), global (GHI) y difusa (DIF) y también la temperatura del aire a 2 metros (TEMP) pueden tener diferentes pesos en la construcción de la TMY.

A continuación, se muestran los valores mensuales extraídos de la base de datos SolarGis:

Tabla 1: Datos meteorológicos de SolarGis

Mes	GHI (kWh/m^2)	DHI (kWh/m^2)	Temp (°C)
Enero	66,1	24,2	6,0
Febrero	88,4	30,9	7,0
Marzo	138,3	47,8	9,7
Abril	165,6	59,5	12,1
Mayo	200,6	71,7	16,2
Junio	216,5	71,6	20,9
Julio	232,4	67,2	23,7
Agosto	201,0	62,9	23,2
Septiembre	150,8	51,9	19,0
Octubre	108,6	40,1	14,7
Noviembre	70,1	26,7	9,1
Diciembre	57,9	22,2	6,4
Año	**1696,3**	**576,69**	**14,04**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.2. Albedo

El albedo es la medida de la reflexión difusa de la radiación solar desde el suelo hasta el espacio de incidencia. Es adimensional y se mide en una escala de 0 (una superficie negra que absorbe toda la radiación) a 1 (una superficie que refleja el 100% de la radiación recibida al espacio de incidencia).

La definición de albedo es aparentemente simple, pero tiene implicaciones físicas relativamente complejas, no es una propiedad constante de una superficie en particular, también depende de los parámetros atmosféricos y de las condiciones de iluminación. Los valores del albedo varían en diferentes escalas temporales: minuto, diario, estacional e incluso interanual.

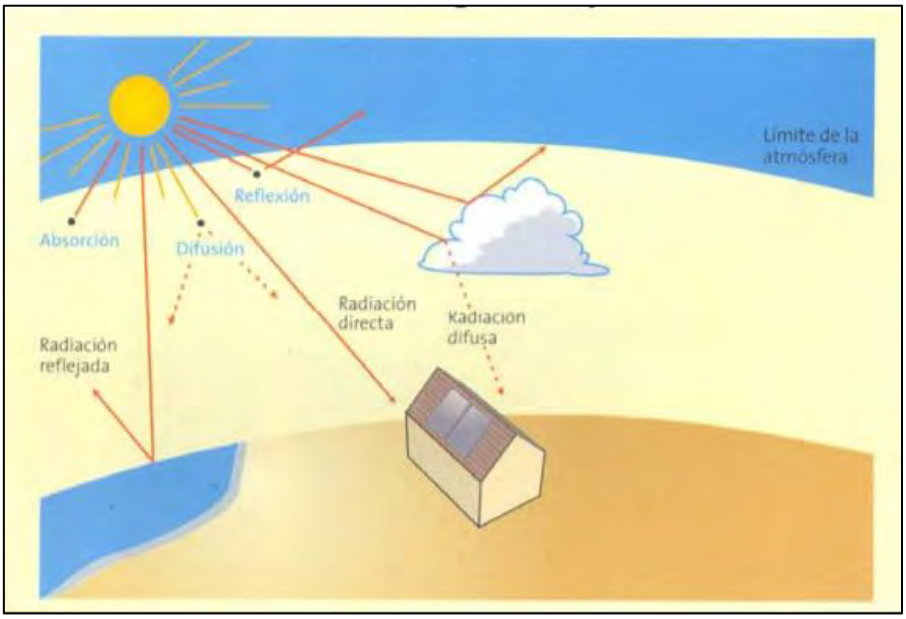


Ilustración 1: Radiación solar

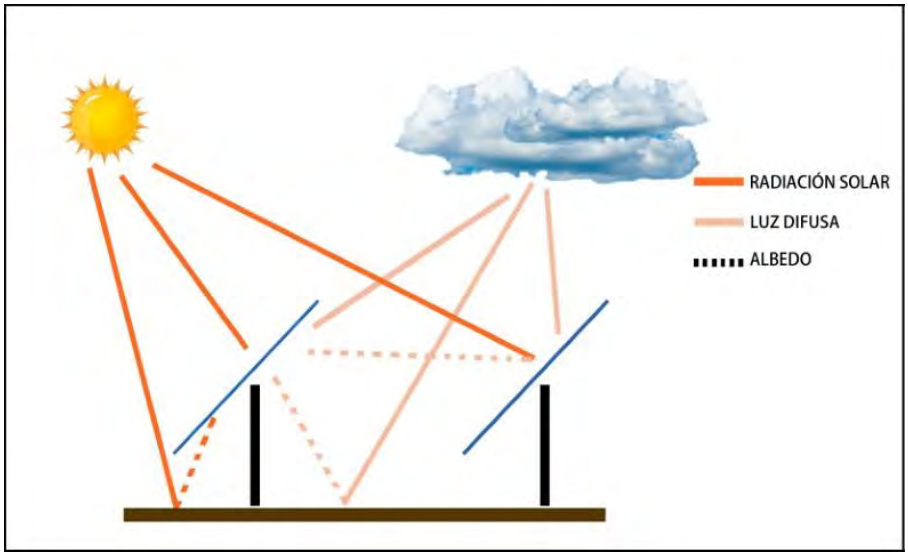


Ilustración 2: Albedo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

SolarGis ha preparado una base de datos de albedo que se adapta a las necesidades de la industria de la energía solar, se ha preparado filtrando las fuentes disponibles (procedentes tanto de fuentes basadas en satélites como MODIS y NWP como ERA5), combinándolas adecuadamente, aplicando métodos de reducción de escala y realizando correcciones adicionales.

Proporciona dos soluciones para datos de albedo:

- Promedios mensuales a largo plazo
- Serie de tiempo

Ambas soluciones utilizan los productos de datos del albedo MODIS como fuente primaria de datos, aunque Solargis ha realizado un procesamiento adicional y correcciones de errores.

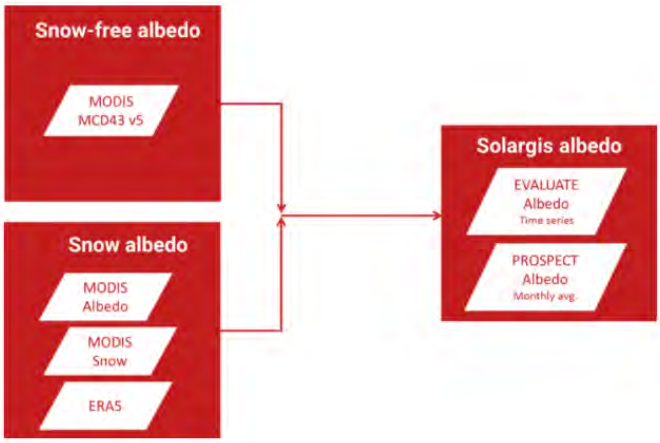


Ilustración 3: Albedo SolarGis

Tabla 2: Coeficientes albedo

Mes	Albedo (%)
Enero	21 %
Febrero	22 %
Marzo	24 %
Abril	24 %
Mayo	23 %
Junio	25 %
Julio	26 %
Agosto	27 %

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Mes	Albedo (%)
Septiembre	25 %
Octubre	23 %
Noviembre	21 %
Diciembre	20 %
Año	**23 %**

2. Metodología

En este proyecto se procede a utilizar PVsyst en su versión 7.3.4.

La metodología utilizada para la estimación de producción de energía está basada en un año meteorológico tipo (TMY) P50 y resumida en las siguientes etapas:

- Proceso de simulación en PVsyst
  - Cálculo de la energía incidente efectiva, transformación de la irradiación en el plano colector (sistema de seguimiento a un eje).
  - Cálculo de energía en el inversor a MPP.
- Pérdidas en el sistema y ajuste de la relación de rendimiento (Performance Ratio).
- Cálculo de la producción de energía en el año cero (Resultados).

La simulación por hora realizada en PVsyst implica unas cincuenta variables, que se acumulan en las cifras mensuales y anuales.

2.1. Cálculo de la energía incidente efectiva

PVsyst recoge datos por hora (irradiancia global horizontal, la temperatura y la radiación difusa) y lleva a cabo el cálculo de la radiación (global, difusa y albedo) en el plano fotovoltaico, en este caso seguidor solar de un eje, PVsyst realiza este cálculo usando los ángulos solares para el intervalo de tiempo calculado en el lugar del proyecto. A continuación, el software aplica el factor de corrección por inclinación de los paneles en cada momento.

El proceso de cálculo que realiza el software es el siguiente:

- Lectura de datos de una hora en el archivo Meteo (irradiancia global horizontal, temperatura, eventualmente irradiancia difusa y velocidad del viento).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Si la irradiancia difusa no está disponible, se calcula con el modelo de correlación Erbs (cercano a Liu-Jordan),

=> variables definidas en esta etapa: GlobHor, DiffHor, BeamHor, T Amb, WindVel.

- Realiza la transposición (irradiancias globales, difusas, albedo) en el plano colector, utilizando el modelo Hay o Perez según la preferencia de su usuario.

  La transposición se calcula por separado para cada componente de la irradiación. El componente del haz implica una transformación geométrica pura (coseno), que no implica ningún supuesto físico. Los dos modelos difieren en el tratamiento de la componente difusa pero el componente de albedo se evalúa de la misma manera en ambos modelos como una fracción dada (relación de albedo) del total, ponderado por la fracción de "rodaja de naranja" definida entre la horizontal y la extensión del plano inclinado, que es una fracción (1-cos i) / 2 de media esfera.

  Esto se hace usando ángulos solares en el medio del intervalo de tiempo, tomado del archivo meteo (con posible cambio de tiempo si se define en sus datos meteo).

=> variables definidas en esta etapa: GlobInc, BeamInc, DiffInc, DiffSInc, AlbInc.

- Si el horizonte está definido, aplica la corrección de horizonte en el componente del haz (ON / OFF).

- Si se definen sombreados cercanos, aplica el factor de sombreado en el componente de la viga (de la tabla de factores de sombreado, o recalculado) => evaluación de la pérdida de sombreado "Lineal" (pérdida debido al déficit de irradiancia).

- Aplica el factor IAM.

- Aplica los factores de atenuación difusa y albedo (previamente calculados) en las partes Difusa y Albedo.

- Si hay suciedad definida, aplicar el factor de suciedad a todos los componentes (global, difuso, Albedo).

=> variables definidas en esta etapa: GlobEff, BeamEff, DiffEff, Alb_Eff.

Esto conduce a la llamada "Energía real incidente", es decir, la radiación que alcanza efectivamente la superficie de la célula fotovoltaica, después de las correcciones ópticas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 3: Variables proporcionadas por PVsyst

Mes	GHI (kWh/m²)	Ginc (front) (kWh/m²)	Ginc (rear) (kWh/m²)	Ganancia (%)
Enero	66,1	91,5	4,95	5,13
Febrero	88,4	119,5	6,89	5,45
Marzo	138,3	185,3	11,34	5,77
Abril	165,6	217,6	13,84	5,98
Mayo	200,6	259,1	16,31	5,92
Junio	216,5	280,6	18,33	6,13
Julio	232,4	309,0	19,32	5,88
Agosto	201,0	267,8	17,62	6,17
Septiembre	150,8	201,0	12,82	6,00
Octubre	108,6	146,7	8,68	5,59
Noviembre	70,1	95,4	5,34	5,30
Diciembre	57,9	79,4	4,36	5,21
Año	**1696,3**	**2252,9**	**139,79**	**5,84**

Variables proporcionadas por el software:

- GHI (kWh/m²): Radiación global horizontal (GHI or GlobHor), es la radiación solar que incide sobre una superficie horizontal, resultado de sumar las componentes directa, difusa y de albedo.
- Ginc front (kWh/m²): radiación solar inclinada en el plano del panel por la parte delantera del mismo.
- Ginc rear (kWh/m²): radiación solar inclinada en el plano del panel por la parte trasera del mismo.
- Ganancia (%): se traduce como la ganancia de radiación inclinada con respecto a la radiación horizontal.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.2. Energía virtual de MPP

El software calcula la temperatura de los paneles (balance de energía entre absorbido y las pérdidas de calor) y la potencia disponible en el punto de máxima potencia MPP (es una energía "virtual", como si el sistema funcionara a la perfección).

Para cada subarray (es decir, cada orientación de forma independiente), la simulación calcula:

- La temperatura del array, *TArray* (balance de energía entre la energía absorbida y la pérdida de calor).

El software PVsyst, aplica el modelo de un diodo para el panel y evalúa:

- El punto de operación MPP del arreglo, calculado por el modelo de un diodo si el sistema estaba funcionando con eficiencia STC (1000 W / m² y 25 ° C).
- La pérdida de irradiancia, es decir, la pérdida debida al rendimiento del panel con poca luz.
- La pérdida de temperatura debido a la temperatura de la celda TArray.
- La pérdida espectral si está definida (paneles amorfos o modelo Sandia).
- La pérdida de desajuste eléctrico debido a sombreados.
- La pérdida de calidad del panel.
- Eventualmente la pérdida de LID si se define.
- La pérdida por desajuste.
- La pérdida de cableado del Array.

Esto da como resultado el MPP de energía virtualmente disponible *EArrMPP.*

Esta no es necesariamente la verdadera energía de salida del Array:

- El punto de funcionamiento puede ser desplazado por el resto del sistema (inversor en sobrepotencia u otras condiciones límite, acoplamiento directo en la batería, etc), resultando en un *MPPLoss.*

- Es posible que la energía no se pueda utilizar si la batería o el depósito de agua están llenos: esto provocará una pérdida no utilizada.

La energía realmente utilizada por el sistema se llama *EArray:*

Tabla 4: EArray

Mes	EArray (MWh)
Enero	660
Febrero	854

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Mes	EArray (MWh)
Marzo	1295
Abril	1500
Mayo	1752
Junio	1872
Julio	2022
Agosto	1770
Septiembre	1352
Octubre	1021
Noviembre	680
Diciembre	573
Año	**15325**

Para subarray con orientaciones mixtas, todo el cálculo meteo se repite para la segunda orientación del campo, las variables meteo de salida se acumulan como promedios entre las dos orientaciones, ponderadas por la relación del área del campo.

Luego, ambas características del array se combinan eléctricamente (en una misma entrada de inversor), para buscar el punto de máxima potencia real. La pérdida con respecto a una orientación común se contabiliza como *"MixLoss"*. Por lo general, es insignificante o muy cercano a 0, ya que el desajuste al combinar dos submatrices diferentes en voltaje es muy bajo.

2.3. Energía del sistema

Los siguientes pasos de simulación dependen del sistema a estudio. Una vez que la irradiación global efectiva incidente y el punto MPP se determinan, el sistema contempla el comportamiento del inversor, es decir:

- Si *EArrMPP* no alcanza el umbral de entrada del inversor, el array se considera como circuito abierto ($I = 0$ y $U = V_{oc}$).

- Si la potencia de salida del inversor supera su potencia nominal, se comporta de acuerdo con las especificaciones técnicas del inversor, es decir:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Limitación: el inversor busca, en la curva I / V del array, el punto de funcionamiento correspondiente a su potencia nominal de salida P_{Nom} (eff), disminuyendo la corriente de funcionamiento.

Cortar: la entrada del inversor está cortada, el array se considera como circuito abierto, la potencia es nula.

Cortar hasta la mañana: una vez que se ha producido el corte, el inversor no funciona hasta la mañana siguiente (inversores muy antiguos).

La potencia nominal máxima utilizada aquí es de hecho el P_{Nom} efectivo, que puede depender de la temperatura del inversor y del factor de potencia.

- Cuando el voltaje MPP alcanza el voltaje mínimo o máximo de la ventana MPP del inversor, el voltaje del arreglo permanece en este valor en la curva I / V.
- De lo contrario, en funcionamiento normal, el inversor impulsa el array en el MPP, su energía de entrada es EArrMPP y la energía de salida se calcula de acuerdo con su curva de eficiencia.

Para cada caso, la pérdida de energía con respecto al funcionamiento ideal del MPP se acumula de forma independiente, así como la tensión y la corriente de funcionamiento del conjunto.

Finalmente, si se ha definido la carga del usuario (correspondiente al propio consumo del usuario), se contabilizan las energías autoconsumidas y reinyectadas.

Las principales variables de salida calculadas aquí son: *InvLoss, EArray, EoutInv, Euser.*

3. Estimación de pérdidas

Con el fin de hacer un estudio adecuado y detallado de la previsión energética, es necesario definir las pérdidas del sistema fotovoltaico.

En términos generales, las pérdidas del array se pueden definir como todos los eventos que penalizan la energía de salida del array disponible con respecto a la potencia nominal del panel fotovoltaico según lo citado por el fabricante para las condiciones STC.

3.1. Trayectoria solar y horizonte

El perfil de horizonte solo es adecuado para sombrear objetos que se encuentran lo suficientemente lejos de su PV system, de modo que los sombreados puedan considerarse globales en su matriz. Este es el caso cuando la distancia al objeto de sombreado es más de aproximadamente 10 veces el tamaño del sistema fotovoltaico. El perfil del horizonte es una curva que se define mediante un conjunto de puntos (altura, acimut).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los Far Shadings funcionan en modo ON / OFF: es decir, en un momento dado, el sol está o no está presente en el campo. Cuando el sol está detrás del horizonte, el componente del haz se vuelve nulo.

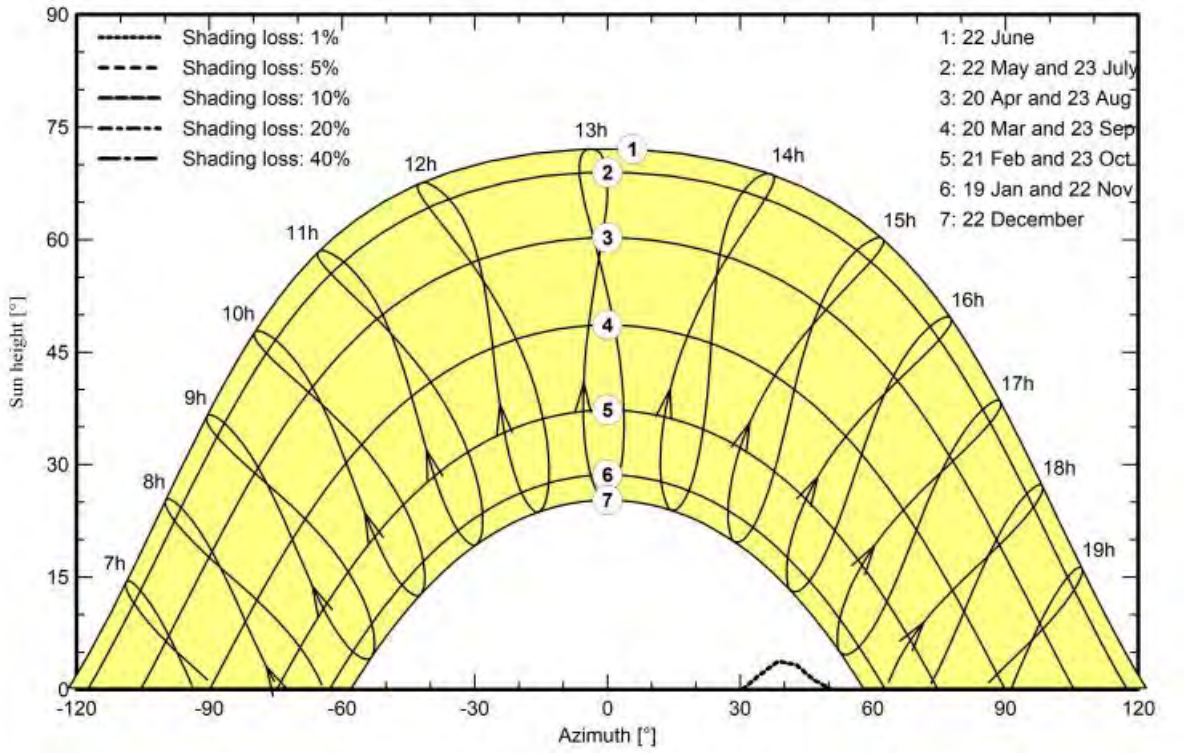


Ilustración 4: Perfil horizonte

Se puede definir la línea del horizonte manualmente. Para esto los valores (Altura, Conjunto de puntos de acimut) tienen que ser registrados en el sitio usando una brújula y un clinómetro (midiendo los ángulos de altura), un agrimensor o algún instrumento específico, fotografías, etc. Pero también puede importar una línea de horizonte que ha sido generado con el dispositivo “SunEye” o algún software dedicado.

Pérdida anual (%): 0,0

3.2. Sombreado de panel

El tratamiento de sombras cercanas (sombreado de objetos cercanos) requiere una representación 3D completa del sistema fotovoltaico y se debe incluir información topológica para obtener la altura correcta de los objetos.

Debido a la disposición de los seguidores en la instalación se producen sombras internas en los paneles. Para minimizar el sombreado entre los paneles, los seguidores deben instalarse a una distancia mínima de separación entre unos y otros. Esta distancia se calcula normalmente utilizando un ángulo de sombra relacionada con la altura del sol.

En el sistema considerado, los seguidores incluyen backtracking, sistema que trabaja para la reducción de pérdidas por sombreados internos entre paneles, aun así, la pérdida esperada por

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

sombreados no será del 0 %, ya que PVsyst además de la sombra producida directamente por los paneles también evalúa la pérdida de energía incidente debido a la componente difusa de la radiación. Después de construir la representación 3D de la instalación, se debe realizar la simulación en el Modo de "sombreados lineales" que tiene en cuenta solo el déficit de irradiancia, esto nos dará una estimación del efecto de sombreado.

Posteriormente repetimos la simulación una vez más en modo "según las cadenas del panel", que también considera los efectos eléctricos resultantes del hecho de que los paneles están organizados en grupos (cadenas). Se supone que los paneles de cada una de estas cadenas están conectados en serie, esto proporcionará un límite superior para la estimación de las pérdidas por sombreado.

Por último, elegiremos un valor intermedio para el efecto, teniendo en cuenta la recuperación del diodo de by-pass. Para ello se debe tomar una fracción intermedia para el efecto eléctrico, que dependerá de la geometría del sistema. No hay establecido un valor óptimo, este haría generalmente cubrir todas las posibles situaciones.

Las pérdidas por sombras cercanas no se acumulan con las sombras lejanas.

Pérdida anual (%): -1,39

3.3. Ángulo de reflexión y espectral

La reflexión angular se produce cuando la luz del sol tiene un ángulo distinto de 0° sobre la superficie de los paneles, lo que implica una pérdida de energía que puede ser determinada por la ley del Coseno (grandes pérdidas con grandes ángulos de incidencia). Esto es debido al hecho de que la superficie de los paneles produce reflexiones que causan una pérdida en el rendimiento. Este fenómeno de reflexión aumenta con el ángulo de incidencia.

Los reflejos espectrales de los dispositivos fotovoltaicos son espectralmente selectivos, lo que significa que la corriente generada es diferente para cada longitud de onda del espectro de la radiación incidente (respuesta espectral). La variación en el tiempo y el espectro solar normalizado en relación con el espectro solar puede afectar a la respuesta de las células fotovoltaicas que resultan en ganancia o pérdida de energía.

La pérdida de incidencia (reflejos debidos a las leyes de Fresnel) está suficientemente bien definida por una parametrización propuesta por "Ashrae" (oficina de normas de EE. UU.). En principio, nunca se tiene que modificar este parámetro. Sin embargo, también se puede definir una curva personalizada descrita por un conjunto de puntos. PVsyst hará una interpolación para generar valores para todos los ángulos posibles.

Suponiendo una irradiancia difusa isotrópica, el factor IAM en la parte difusa se calcula mediante un integral en todas las direcciones espaciales, que incluyen importantes contribuciones de baja incidencia.

Se toma como referencia los valores proporcionados por el fabricante de los paneles, utilizando el archivo pan, a continuación, se añade la tabla de datos de entrada proporcionada.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Pérdida anual (%): -0,29

Medida IAM panel fotovoltaico:

Tabla 5: IAM

Angle	IAM
20º	1,000
40º	1,000
60º	1,000
65º	0,990
70º	0,960
75º	0,920
80º	0,840
85º	0,720
90º	0,000

3.4. Suciedad

La deposición de suciedad y polvo sobre la superficie de los paneles provoca la disminución de generación de energía. Para un mismo grado de suciedad, la pérdida de energía es mayor cuando los rayos de sol inciden con respecto a la inclinación del panel que cuando caen perpendicularmente.

La influencia de la suciedad en los paneles depende de varios factores. Además de los efectos de inclinación del panel y del clima, las condiciones del lugar o cercanías del módulo de generación fotovoltaico son muy importantes para estimar el factor de suciedad.

Según la experiencia, el efecto de suciedad es casi insignificante en entornos residenciales de clima medio. Puede llegar a ser significativo en algunos entornos industriales (por ejemplo, cerca de líneas de ferrocarril) o climas desérticos.

La pérdida de suciedad se puede definir individualmente para cada mes para tener en cuenta la limpieza o periodos de lluvia. Este parámetro también se puede utilizar para describir el efecto de la nieve que cubre los paneles.

Para un mejor rendimiento, los paneles deben ser limpiados con regularidad, teniendo en cuenta la información del cliente y los métodos de limpieza.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Pérdida anual (%): - 1,5

3.5. Eficiencia del panel

La eficiencia del conjunto fotovoltaico *EffArrR* relaciona la energía producida por el conjunto fotovoltaico con la irradiancia en el área total del colector.

Pérdida anual (%): 21,01

3.6. Nivel de radiación

Cuando la radiación es inferior a 1000 W/m², la eficiencia del panel se reduce.

Irradiación global en el plano colector, después de la transposición, pero sin ninguna corrección óptica (a menudo llamado POA de Plane of Array).

Pérdida anual (%): 0,05

3.7. Temperatura

La corriente suministrada por las células solares es relativamente estable a bajas temperaturas, en cambio, a altas temperaturas la tensión se reduce. Esto lleva a una pérdida de energía debido al aumento de temperatura de la célula.

El comportamiento térmico del array se calcula en cada paso de la simulación mediante un balance térmico. Esta establece la temperatura de funcionamiento instantánea, que será utilizada por el modelado de paneles fotovoltaicos. Para determinar la temperatura real en cada momento de las células PVsyst utiliza una ecuación con dos parámetros térmicos: U_c y U_v.

El balance térmico involucra el "Factor de pérdida de calor" $U = U_c + U_v \cdot$ Velocidad del viento [W / m² · K].

En la práctica se aconseja no utilizar la dependencia del viento, ya que la velocidad del viento no suele estar bien definida en los datos meteorológicos, y el parámetro U_v no se conoce bien. Por lo tanto, ponemos $U_v = 0$ e incluimos un efecto de viento promedio en el término constante (U_c).

En cuanto al parámetro U_c, aplicamos el siguiente criterio:
- U_c = 29 W / m²K para una total circulación de aire libre alrededor de los colectores (colectores "desnudos").

El efecto de pérdida térmica se mostrará en el diagrama de pérdida del array en el informe final.

Pérdida anual (%): -4,03

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.8. Pérdidas eléctricas por sombreado

El efecto real de los sombreados parciales en la producción eléctrica del campo fotovoltaico no es lineal y depende de las interconexiones entre los paneles.

En el array fotovoltaico, la corriente de cada cadena/string de celdas está limitada por la corriente de la peor celda de la serie. Es decir, cuando se sombrea una sola celda, toda la cadena se ve fuertemente afectada (lo que también tiene efectos negativos en las características de I / V de todo el array). Incluso con diodos de protección de by-pass, esta cadena no participa más que marginalmente en la producción de la matriz fotovoltaica.

Este fenómeno es demasiado complejo para ser tratado con gran detalle, con una distribución real de cadenas de arrays en el espacio, durante el proceso de simulación. Sin embargo, el programa proporciona un método simplificado, dando la posibilidad de dividir el campo en rectángulos, cada uno de los cuales se supone que representa una cadena de paneles en serie.

Luego calculamos un "factor de sombreado según las cuerdas", indicando que tan pronto como una cuerda es golpeada por una sombra, toda la cuerda (rectángulo) se considera eléctricamente improductiva. Aunque no es perfecto, este segundo enfoque debería proporcionar un límite superior para la evaluación de la pérdida de sombreado real.

Pérdidas anuales (%): 0

3.9. Calidad de paneles

Los paneles fotovoltaicos obtenidos en procesos de fabricación industrial no son todos iguales, su potencia nominal en STC tiene cierta dispersión (por lo general una dispersión tipo Gauss).

El objetivo de este parámetro es reflejar la confianza que pone en el rendimiento de su panel real, con respecto a las especificaciones del fabricante. El valor de PVsyst predeterminado es la mitad de la menor tolerancia de los paneles.

Pérdida anual (%): 0,4

3.10. Degradación

La degradación inducida por la luz (LID) es una pérdida de rendimiento que ocurre en las primeras horas de funcionamiento del panel. Puede afectar al rendimiento real en relación con los datos finales de las pruebas de flash en las fábricas de paneles fotovoltaicos.

El criterio a aplicar es el valor garantizado por fabricante, siendo el LID la resta entre la degradación total del primer año y la degradación anual del resto de años.

Por lo tanto, dado que el fabricante garantiza un 2 % para el primer año de funcionamiento y un 0,55 % para los siguientes, realizando la correspondiente resta el LID se estima como un 1,45 %.

Pérdida anual (%): -1,5

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.11. Mismatch

Estas pérdidas están relacionadas con el hecho de que las células y/o paneles de un array no tienen exactamente las mismas características y sus parámetros eléctricos I / V varían, de modo que no todos pueden trabajar simultáneamente en el punto de máxima potencia. En una cadena de paneles fotovoltaicos, el peor panel impulsa la corriente de la cadena.

Los factores eléctricos directamente relacionados con la potencia, tensión e intensidad tienen ciertas tolerancias. Esto significa que dos paneles con una misma potencia máxima medida pueden tener diferentes valores de voltaje y corriente. Sin embargo, el inversor sólo se puede ajustar a una tensión, lo que ya pone compromiso todos los paneles conectados a él. En un string, el panel con menor corriente limita la corriente total del string, limitando también la potencia de ese string. La diferencia entre la suma de las potencias de todos los paneles con respecto a la potencia individual de los paneles en el punto de máxima potencia es lo que se conoce como la pérdida de incompatibilidad o "mismatch".

Este parámetro actúa como una pérdida constante durante la simulación. Es más bajo para paneles de película fina. Puede llegar a ser casi cero si los paneles están bien clasificados de acuerdo con su rendimiento real (flash-test resultados proporcionados por el fabricante), aun así, nunca será nulo.

Pérdida anual (%): -(1,10+0,24)

3.12. Cableado de corriente continua

La resistencia óhmica del cableado induce pérdidas ($R \cdot I^2$) entre la potencia disponible de los paneles y los terminales del array. Estas pérdidas se pueden caracterizar por un solo parámetro R definido para la matriz global.

El programa propone una fracción de pérdida de cableado global predeterminada del 1,5% con respecto al funcionamiento en condiciones STC. Pero tiene una herramienta específica para establecer y optimizar las pérdidas óhmicas. Esta herramienta solicita la longitud media de los cables para los bucles de cuerda y entre las cajas de conexiones intermedias y el inversor, y ayuda a determinar las secciones de cable.

El criterio a aplicar será el valor promedio resultante de pérdida de energía del cálculo de cableado de DC.

Pérdidas anuales (%): -1,15

3.13. Eficiencia del inversor

Las siguientes pérdidas tienen que ser consideradas en relación con el funcionamiento de los inversores de los paneles fotovoltaicos:

- Pérdidas asociadas con el punto de potencia máxima (MPPT) del generador fotovoltaico:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Pérdidas debidas a la superación de la potencia nominal del inversor;
- Pérdidas debidas al umbral de potencia;
- Pérdidas debidas a la superación de la tensión nominal del inversor;
- Pérdidas debidas al umbral de tensión.

- Pérdidas por conversión eléctrica DC/AC

El inversor funciona directamente conectado al generador y cuenta con un dispositivo electrónico para el seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) del generador fotovoltaico (que varía dependiendo de las condiciones ambientales, de irradiación y temperatura).

El inversor puede ser caracterizado por el punto de máxima potencia de la curva de rendimiento, que se define como la relación de la energía producida con respecto a la cantidad máxima que podría ocurrir en el caso de un seguimiento perfecto.

Las pérdidas debidas a la superación de la potencia y/o de la tensión nominal del inversor, o de alcance del umbral de potencia y/o de la tensión, dependerá de la irradiación efectiva global incidente, del dimensionamiento del generador fotovoltaico y del comportamiento del inversor en MPP, como se ha explicado anteriormente.

La eficiencia del inversor en ciertos niveles de potencias y tensiones de entrada es modelada de acuerdo con la información proporcionada por el fabricante. Los cálculos de eficiencia del inversor realizados en el software PVsyst tienen en cuenta el autoconsumo del propio dispositivo.

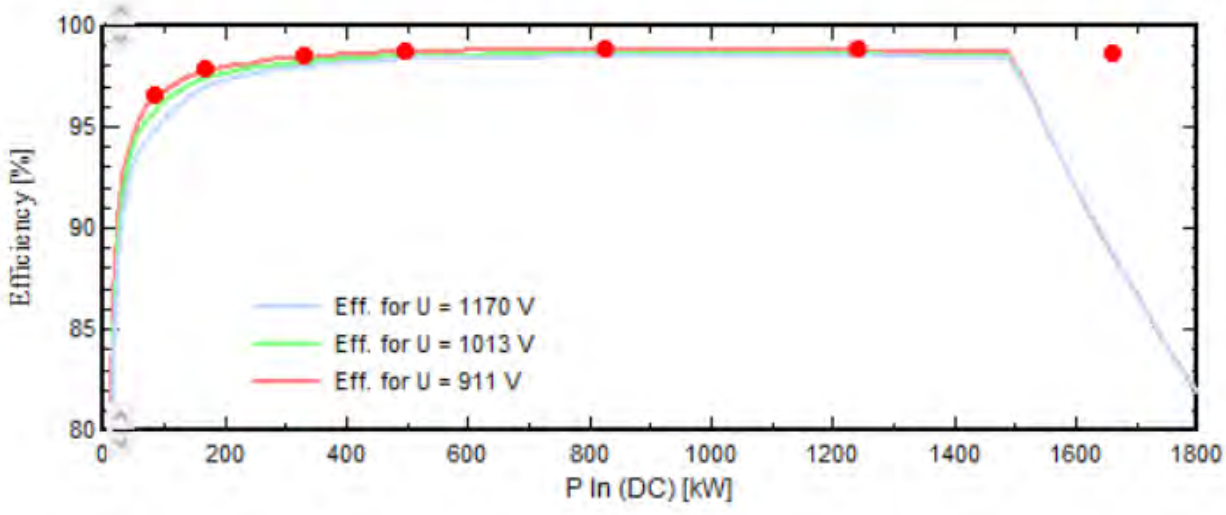


Ilustración 5: Curva eficiencia inversor

El modelo de simulación de PVsyst interpola la eficiencia para cada hora del año de acuerdo con el nivel real de potencia y la tensión. Para el análisis del rendimiento, se supone que el inversor es capaz de evitar desconectarse debido a los excesos de temperatura.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Recogido bajo la variable *Inverter losses*, contiene la información de la eficiencia y eventual pérdida por sobrecarga de los equipos.

Pérdida anual (%): -1,56

3.14. Cableado de corriente alterna

Las pérdidas del cableado de CA pueden definirse simplemente por la distancia entre la salida del inversor y el punto de inyección (o un eventual transformador de MT) y la sección del cable.

El programa determinará la sección mínima de los cables y solo propondrá las secciones adecuadas si desea aumentarla.

A la inversa, también puede especificar una fracción de pérdida en STC, y de acuerdo con la sección de cable elegida, aparecerá la longitud del cable correspondiente, así como la caída de voltaje en STC.

Si se definen varios subconjuntos, esta pérdida de CA puede definirse por separado para cada subconjunto o globalmente para todo el sistema.

Cabe recordar que el parámetro básico que define las pérdidas del cableado es siempre la Resistencia del circuito. Durante la simulación, la pérdida de cableado se calcula como $P_{wloss} = R_w * I^2$. La fracción de pérdida en STC es solo una forma conveniente de definir un valor razonable de la resistencia del cableado, independientemente de la potencia del circuito.

El criterio a aplicar es el valor promedio resultante de pérdida de energía del cálculo de cableado de BT de inversor a transformador (o trafo), MT y AT.

Pérdida anual (%): -0,07

3.15. Transformadores

Es posible incluir pérdidas entre la salida del inversor y el punto de inyección (contador de energía). Solo se tiene que definir la distancia y la pérdida también aparecerá en el diagrama de pérdidas. Además, existe la opción de incluir las pérdidas por transformador externo. Si selecciona esta opción, obtendrá dos botones de radio en el cuadro "circuito de CA", donde selecciona si las pérdidas de CA serán contabilizadas están entre el inversor y el transformador, o entre el transformador y el punto de inyección.

El criterio a aplicar será el valor agregado de pérdidas en vacío y en carga de los transformadores BT-MT y MT-AT, el software sólo nos permite imputar un valor de pérdidas por lo que se realiza la suma de ambos transformadores.

Pérdida anual (%): -1,08

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.16. Consumos auxiliares

El consumo de servicios auxiliares es la energía utilizada para la gestión del sistema. Puede tratarse de ventiladores, aire acondicionado, dispositivos electrónicos, luces o cualquier otro consumo de energía que deba deducirse de la energía fotovoltaica producida para su vertido a la red. Además, en los módulos de generación que utilizan seguidores solares, estos necesitan de una alimentación para su accionamiento y control.

Pérdida anual (%): -0,50

3.17. Disponibilidad

A veces es útil prever fallos del sistema o paradas de mantenimiento en las expectativas de producción. Se puede definir la indisponibilidad del sistema como una fracción de tiempo o una cantidad de días. Como esto suele ser impredecible, se tiene la oportunidad de definir períodos específicos de indisponibilidad del sistema, y también para crear estos períodos de forma aleatoria. La pérdida de energía efectiva depende, por supuesto, de la temporada y el clima durante los períodos de indisponibilidad. Por lo tanto, la pérdida por indisponibilidad tiene solo un significado estadístico.

Criterio a aplicar: 99%.

Pérdida anual (%): -1

3.18. Resumen

Tabla 6: Resumen pérdidas detalladas del sistema

	ModQual	MisLoss	OhmLoss	EArrMPP	InvLoss	EACOhmL	EMVTrfL
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
January	-2.722	7.40	4.32	660	10.92	0.283	8.11
February	-3.529	9.60	7.23	854	13.69	0.459	9.36
March	-5.367	14.60	13.98	1295	20.61	0.842	13.70
April	-6.228	16.94	18.59	1500	31.43	1.069	15.81
May	-7.278	19.79	22.82	1752	36.09	1.261	17.90
June	-7.781	21.16	25.14	1872	33.09	1.360	18.72
July	-8.410	22.87	28.96	2022	36.39	1.506	20.36
August	-7.356	20.01	23.76	1770	28.65	1.268	17.98
September	-5.611	15.26	16.50	1352	21.30	0.913	14.25
October	-4.221	11.48	9.02	1021	15.95	0.542	10.70
November	-2.807	7.63	4.92	680	11.28	0.313	8.24
December	-2.364	6.43	3.41	573	9.73	0.225	7.52
Year	-63.673	173.17	178.66	15352	269.12	10.041	162.64

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4. Resultados

Tabla 7: Resumen resultados

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	66.1	24.20	6.00	91.5	88.7	660	636	0.964
February	88.4	30.90	7.00	119.5	116.2	854	825	0.956
March	138.3	47.80	9.70	185.3	180.0	1295	1251	0.936
April	165.6	59.50	12.10	217.6	211.5	1493	1441	0.918
May	200.6	71.70	16.20	259.1	251.9	1744	1685	0.901
June	216.5	71.60	20.90	280.6	273.0	1868	1806	0.892
July	232.4	67.20	23.70	309.0	300.9	2017	1950	0.874
August	201.0	62.90	23.20	267.8	260.4	1769	1710	0.885
September	150.8	51.90	19.00	201.0	195.3	1352	1306	0.900
October	108.6	40.10	14.70	146.7	142.6	1021	987	0.932
November	70.1	26.70	9.10	95.4	92.6	680	656	0.952
December	57.9	22.20	6.40	79.4	76.9	573	552	0.964
Year	1696.3	576.69	14.04	2252.9	2190.1	15325	14804	0.911

Nº de paneles: 11.100
P_{nom} panel: 650 Wp
P_{nom} total: 11.100 * 650 = 7.215 kWp
Energía producida: 14.804,052 MWh/year = 14.804.052 kWh/year
Producción específica: 14.804.052 kWh/year ÷ 7.215 kWp = 2.052 kWh/kWp/year

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Version 7.3.4

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Azafran II

Variant: 230519 Proyecto ejecutivo

Tracking system with backtracking

System power: 7215 kWp

Azafran II - Spain

Author

Forestalia Renovables S.L. (Spain)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Project: Azafran II

Variant: 230519 Proyecto ejecutivo

Forestalia Renovables S.L. (Spain)

Project summary

Geographical Site
Azafran II
Spain

Situation

Latitude	41.31 °N
Longitude	-0.89 °W
Altitude	660 m
Time zone	UTC+1

Meteo data
Azafran II
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Synthetic

Monthly albedo values

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Albedo	0.21	0.22	0.24	0.24	0.23	0.25	0.26	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20

System summary

Grid-Connected System

Tracking system with backtracking

PV Field Orientation
Orientation
Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Tracking algorithm
Astronomic calculation
Backtracking activated

Near Shadings
Linear shadings
Diffuse shading Automatic

System information

PV Array

Nb. of modules	11100 units
Pnom total	7215 kWp

Inverters

Nb. of units	4 units
Pnom total	5892 kWac
Pnom ratio	1.225

User's needs
Unlimited load (grid)

Results summary

Produced Energy	14804052 kWh/year	Specific production	2052 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	91.08 %

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Near shading definition - Iso-shadings diagram 5
Main results 6
Loss diagram 7
Predef. graphs 8
Single-line diagram 9

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303993. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

General parameters

Grid-Connected System — **Tracking system with backtracking**

PV Field Orientation

Orientation
Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Tracking algorithm
Astronomic calculation
Backtracking activated

Backtracking array
Nb. of trackers 222 units

Sizes
Tracker Spacing 6.00 m
Collector width 2.38 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 39.7 %
Phi min / max. -/+ 60.0 °

Backtracking strategy
Phi limits for BT -/+ 66.4 °
Backtracking pitch 6.00 m
Backtracking width 2.38 m

Models used
Transposition Hay
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon
Free Horizon

Near Shadings
Linear shadings
Diffuse shading Automatic

User's needs
Unlimited load (grid)

Bifacial system

Model 2D Calculation
unlimited trackers

Bifacial model geometry

Tracker Spacing	6.00 m
Tracker width	2.38 m
GCR	39.7 %
Axis height above ground	1.55 m

Bifacial model definitions

Ground albedo average	0.23
Bifaciality factor	70 %
Rear shading factor	7.0 %
Rear mismatch loss	4.0 %
Shed transparent fraction	0.0 %

Monthly ground albedo values

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
0.21	0.22	0.24	0.24	0.23	0.25	0.26	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.23

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Canadian Solar Inc.
Model CS7N-650MB-AG 1500V
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 650 Wp
Number of PV modules 11100 units
Nominal (STC) 7215 kWp
Modules 370 Strings x 30 In series
At operating cond. (50°C)
Pmpp 6628 kWp
U mpp 1017 V
I mpp 6517 A

Inverter

Manufacturer Ingeteam
Model INGECON SUN 1640TL B630 OUTDOOR
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 1473 kWac
Number of inverters 4 units
Total power 5892 kWac
Operating voltage 911-1300 V
Max. power (=>30°C) 1637 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.22

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303993. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PVsyst V7.3.4
VC1, Simulation date:
19/05/23 11:41
with v7.3.4

PV Array Characteristics

Total PV power

Nominal (STC)	7215 kWp
Total	11100 modules
Module area	34481 m²

Total inverter power

Total power	5892 kWac
Max. power	6548 kWac
Number of inverters	4 units
Pnom ratio	1.22

Array losses

Array Soiling Losses
Loss Fraction 1.5 %

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 2.6 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.4 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 1.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.1 %

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Auxiliaries loss
Proportionnal to Power 5.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo
Inverter voltage 630 Vac tri
Loss Fraction 0.10 % at STC
Inverter: INGECON SUN 1640TL B630 OUTDOOR
Wire section (4 Inv.) Copper 4 x 3 x 1200 mm²
Average wires length 14 m

MV line up to Injection
MV Voltage 30 kV
Wires Copper 3 x 95 mm²
Length 1987 m
Loss Fraction 0.31 % at STC

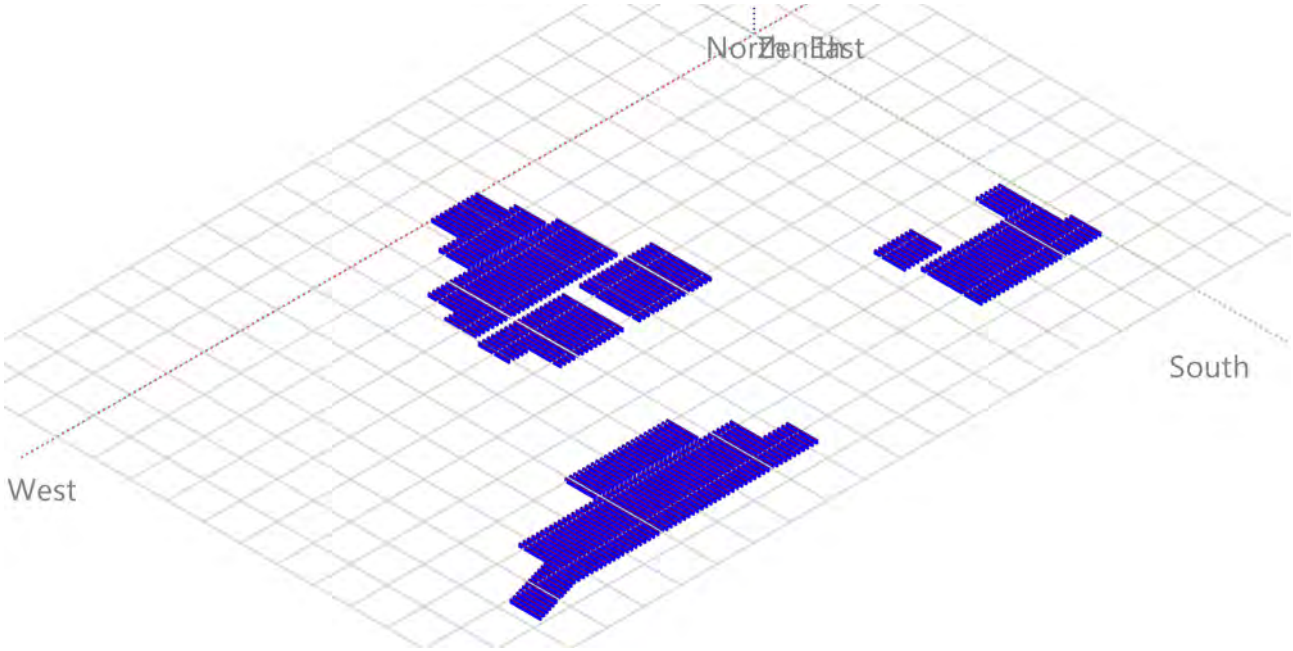
AC losses in transformers

MV transfo
Medium voltage 30 kV
Transformer parameters
Nominal power at STC 7.10 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 7.08 kVA
Iron loss fraction 0.10 % at STC
Copper loss 71.09 kVA
Copper loss fraction 1.00 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.56 mΩ

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802525. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

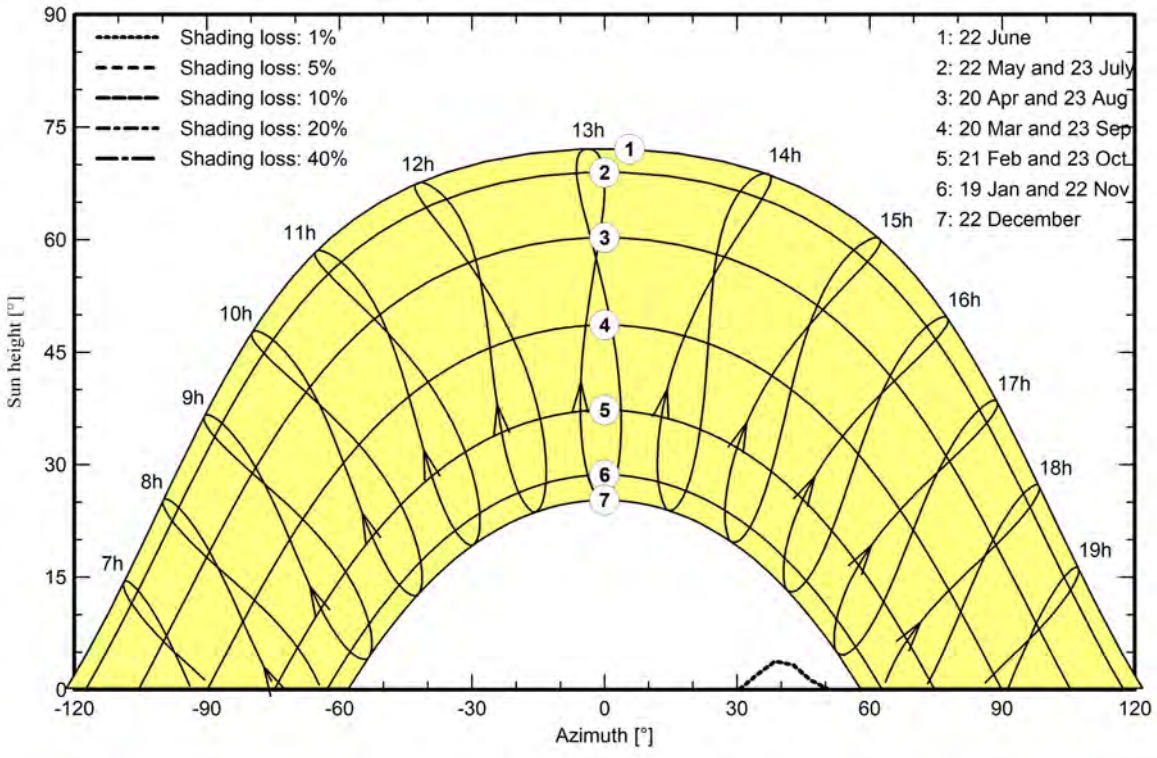
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1



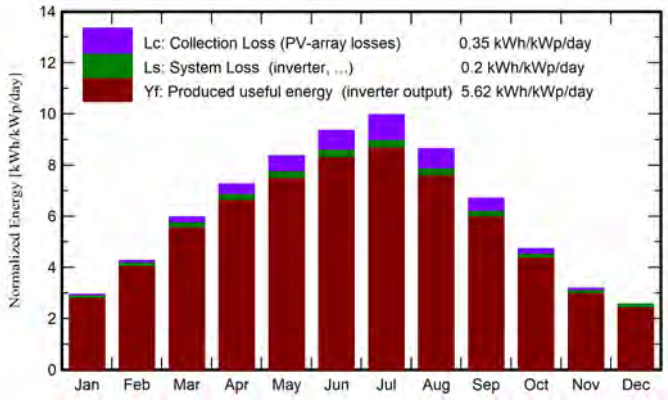
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Main results

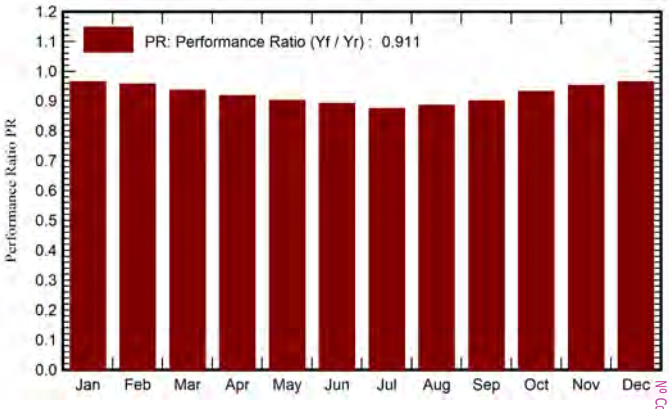
System Production

Produced Energy	14804052 kWh/year	Specific production	2052 kWh/kWp/year
		Perf. Ratio PR	91.08 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	66.1	24.20	6.00	91.5	88.7	659743	636312	0.964
February	88.4	30.90	7.00	119.5	116.2	853806	824675	0.956
March	138.3	47.80	9.70	185.3	180.0	1295150	1251012	0.936
April	165.6	59.50	12.10	217.6	211.5	1492936	1441394	0.918
May	200.6	71.70	16.20	259.1	251.9	1744017	1684632	0.901
June	216.5	71.60	20.90	280.6	273.0	1868336	1805898	0.892
July	232.4	67.20	23.70	309.0	300.9	2016819	1949569	0.874
August	201.0	62.90	23.20	267.8	260.4	1768734	1709764	0.885
September	150.8	51.90	19.00	201.0	195.3	1351835	1306032	0.900
October	108.6	40.10	14.70	146.7	142.6	1020746	986847	0.932
November	70.1	26.70	9.10	95.4	92.6	679796	655646	0.952
December	57.9	22.20	6.40	79.4	76.9	573263	552273	0.964
Year	1696.3	576.69	14.04	2252.9	2190.1	15325181	14804052	0.911

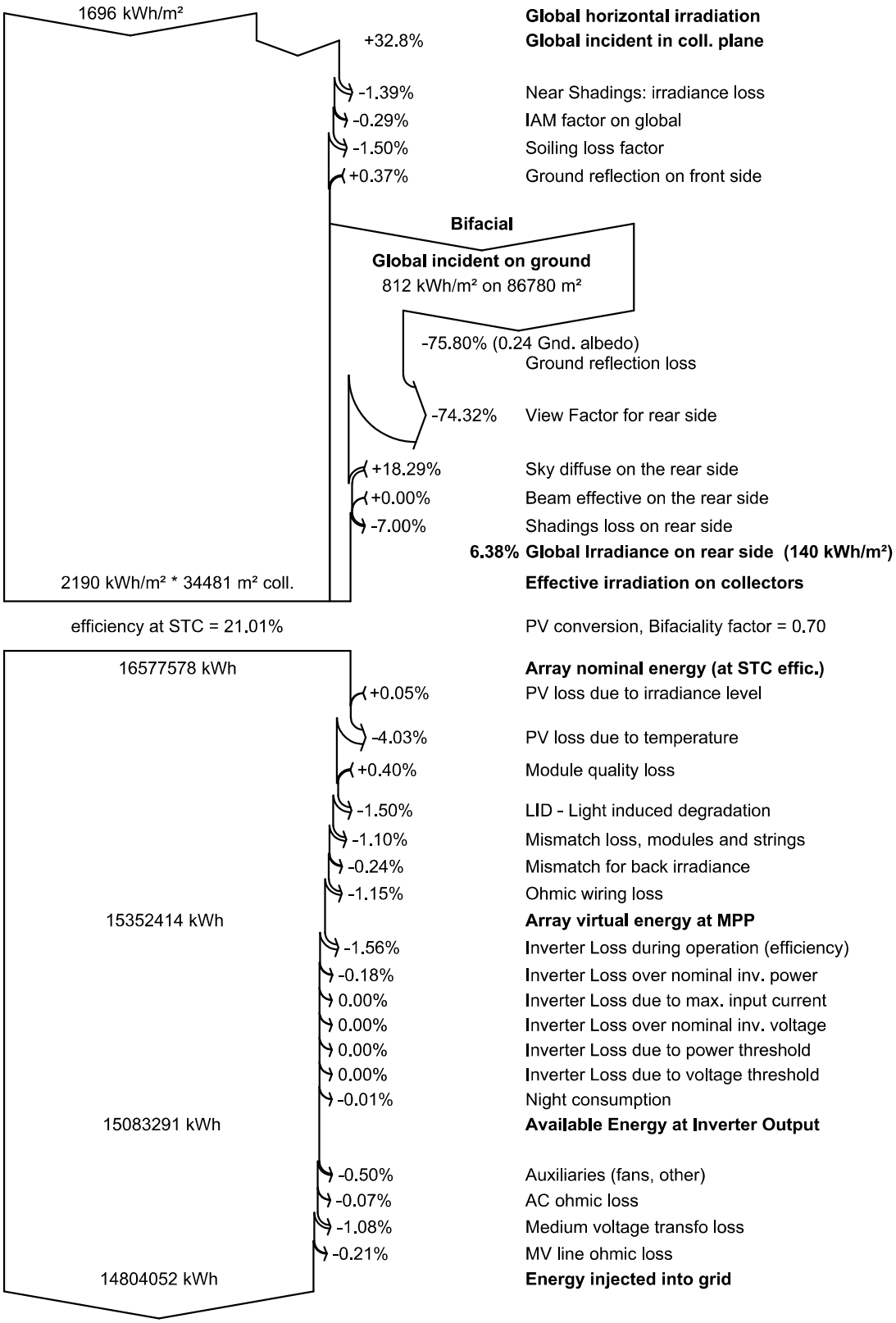
Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation
T_Amb	Ambient Temperature
GlobInc	Global incident in coll. plane
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
EArray	Effective energy at the output of the array
E_Grid	Energy injected into grid
PR	Performance Ratio

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303993. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALLANO

PVsyst V7.3.4
VC1, Simulation date:
19/05/23 11:41
with v7.3.4

Loss diagram

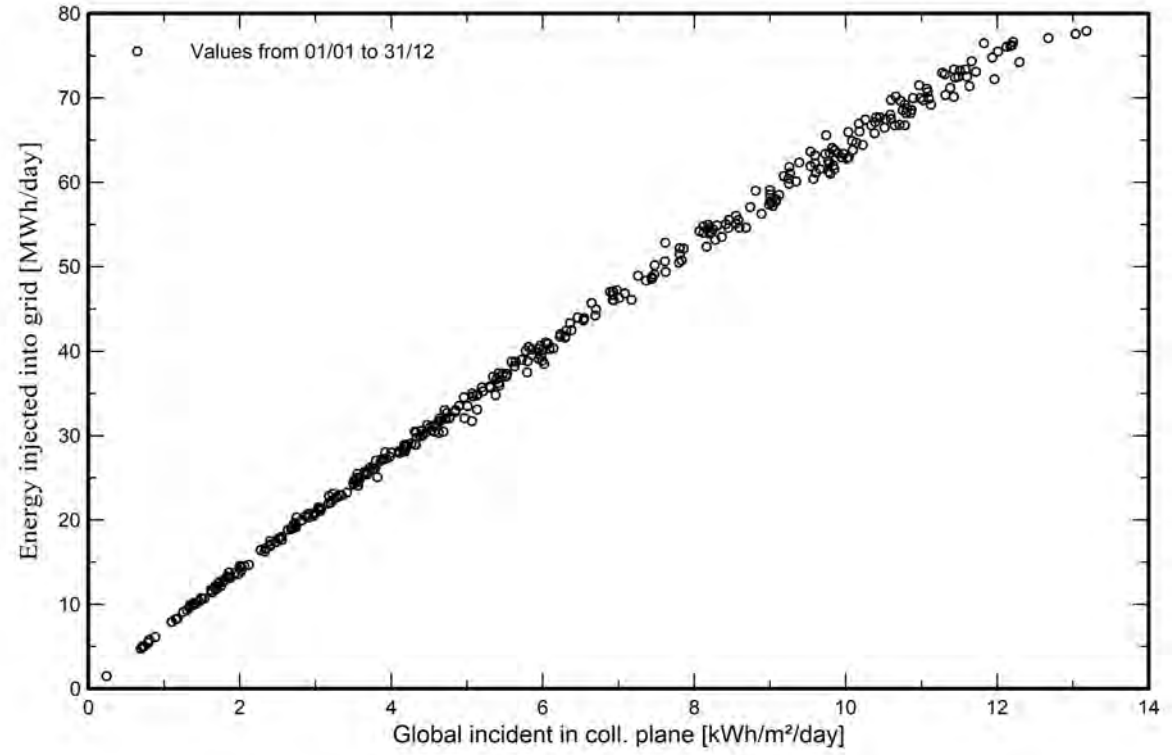


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303993. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

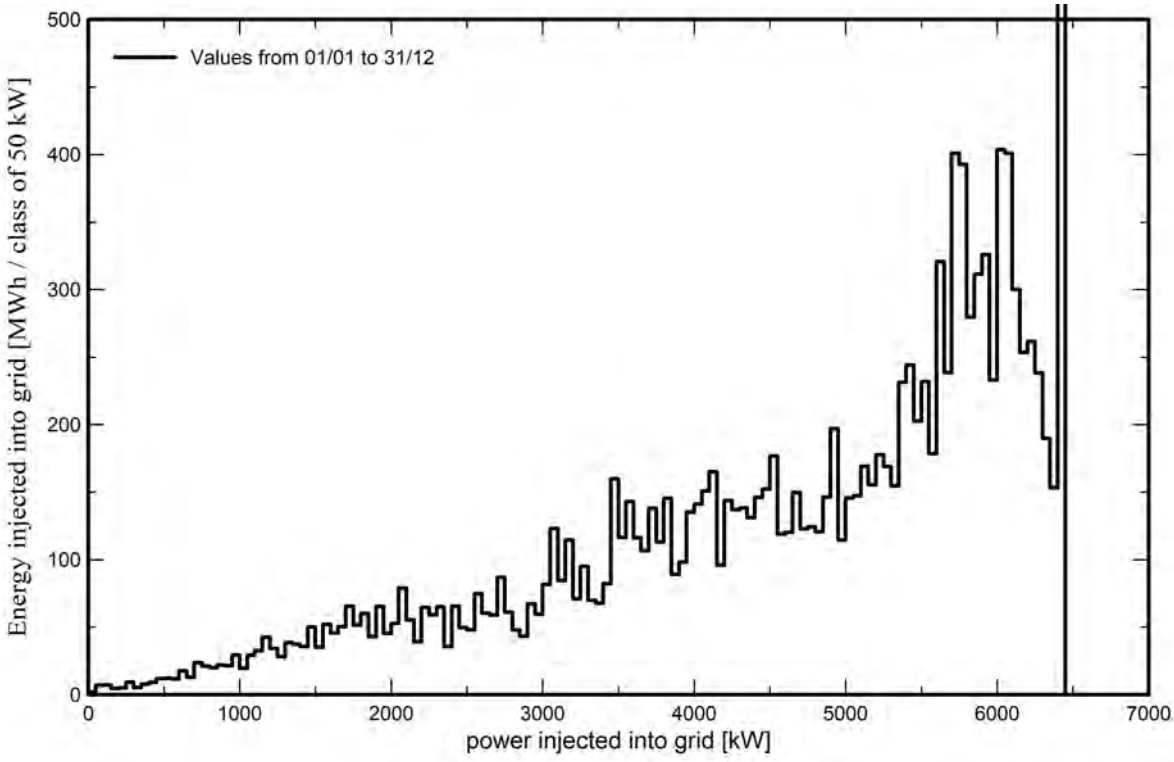
PVsyst V7.3.4
VC1, Simulation date:
19/05/23 11:41
with v7.3.4

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



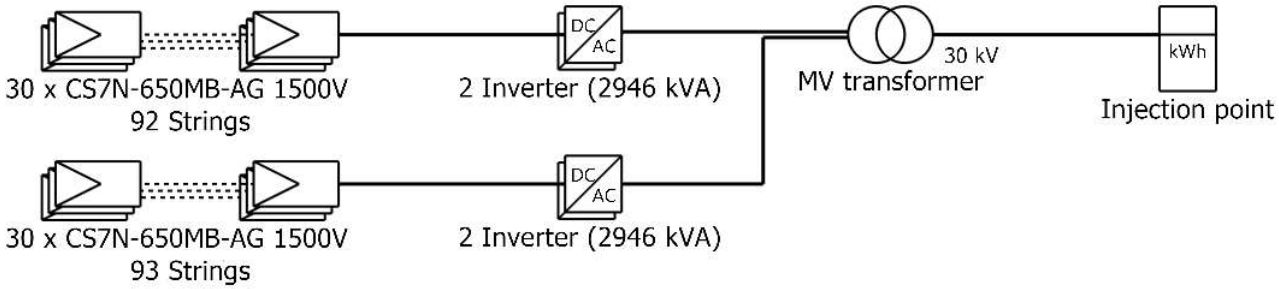
System Output Power Distribution



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Single-line diagram

PVsyst V7.3.4
VC1, Simulation date:
19/05/23 11:41
with v7.3.4



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PV module	CS7N-650MB-AG 1500V
Inverter	INGECON SUN 1640TL B630 OUTDOOR
String	30 x CS7N-650MB-AG 1500V

Azafran II	Forestalia Renovables S.L. (Sp
VC1 : 230519 Proyecto ejecutivo	19/05/23



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

ANEXO MÓDULO FOTOVOLTAICO

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802329.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

NEW

Preliminary Technical Information Sheet

CanadianSolar

BiHiKu7

BIFACIAL MONO PERC

635 W ~ 655 W

CS7N-635|640|645|650|655MB-AG



MORE POWER

- 655 W — Module power up to 655 W; Module efficiency up to 21.1 %
- Up to 8.9 % lower LCOE; Up to 4.6 % lower system cost
- Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation
- Compatible with mainstream trackers, cost effective product for utility power plant
- Better shading tolerance

MORE RELIABLE

- 40 °C lower hot spot temperature, greatly reduce module failure rate
- Minimizes micro-crack impacts
- Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa*

12 Years — **Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship***

30 Years — **Linear Power Performance Warranty***

1st year power degradation no more than 2%

Subsequent annual power degradation no more than 0.45%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. Canadian Solar was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey, and is a leading PV project developer and manufacturer of solar modules, with over 46 GW deployed around the world since 2001.

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.csisolar.com, support@csisolar.com

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ENGINEERING DRAWING (mm)

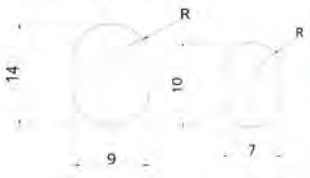
Rear View



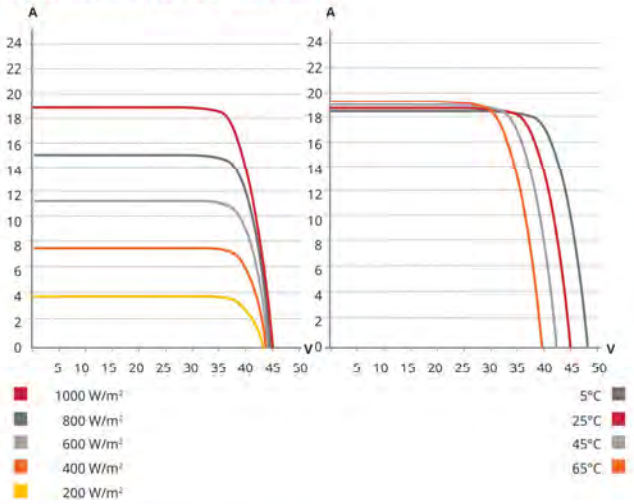
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS7N-650MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-635MB-AG	635 W	37.3 V	17.03 A	44.4 V	18.27 A	20.4%
Bifacial Gain** 5%	667 W	37.3 V	17.89 A	44.4 V	19.18 A	21.5%
Bifacial Gain** 10%	699 W	37.3 V	18.74 A	44.4 V	20.10 A	22.5%
Bifacial Gain** 20%	762 W	37.3 V	20.44 A	44.4 V	21.92 A	24.5%
CS7N-640MB-AG	640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain** 5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	19.23 A	21.6%
Bifacial Gain** 10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	20.14 A	22.7%
Bifacial Gain** 20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	21.97 A	24.7%
CS7N-645MB-AG	645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain** 5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	19.27 A	21.8%
Bifacial Gain** 10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	20.19 A	22.9%
Bifacial Gain** 20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	22.02 A	24.9%
CS7N-650MB-AG	650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain** 5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	19.31 A	22.0%
Bifacial Gain** 10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	20.23 A	23.0%
Bifacial Gain** 20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	22.07 A	25.1%
CS7N-655MB-AG	655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%
Bifacial Gain** 5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	19.35 A	22.1%
Bifacial Gain** 10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	20.27 A	23.2%
Bifacial Gain** 20%	786 W	38.1 V	20.64 A	45.2 V	22.12 A	25.3%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-635MB-AG	476 W	35.0 V	13.61 A	42.0 V	14.73 A
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 × 1303 × 35 mm (93.9 × 51.3 × 1.38 in)
Weight	39.4 kg (86.9 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm² (IEC)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	480 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1000 V (IEC)
Module Fire Performance	CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = $Pmax_{rear}$ / $Pmax_{front}$, both $Pmax_{rear}$ and $Pmax_{front}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.csisolar.com, support@csisolar.com

October 2020. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V1.3_EN

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado Nº 20230392. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



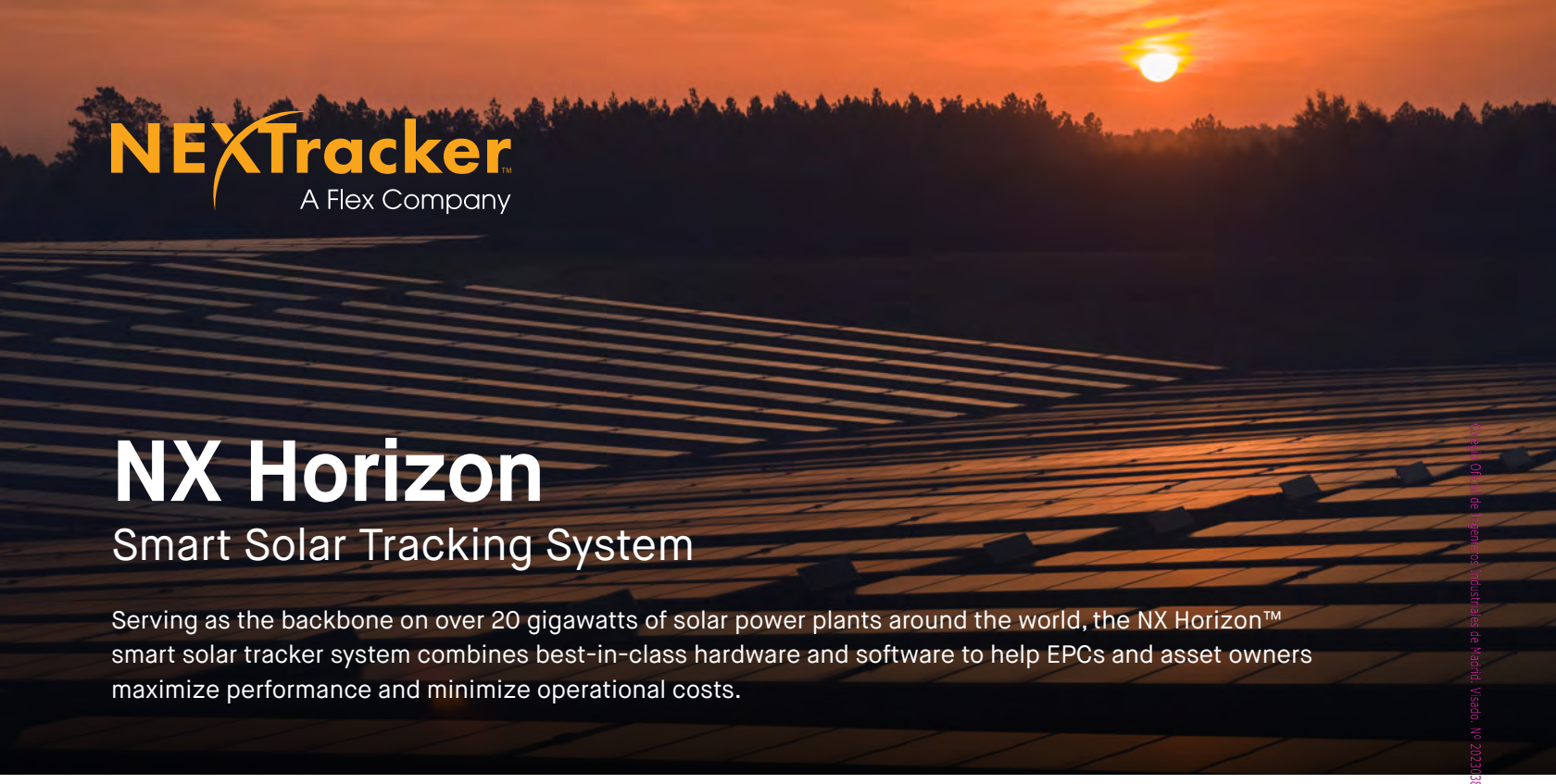
PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

ANEXO SEGUIDOR

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802329.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



NEXTracker
A Flex Company

NX Horizon

Smart Solar Tracking System

Serving as the backbone on over 20 gigawatts of solar power plants around the world, the NX Horizon™ smart solar tracker system combines best-in-class hardware and software to help EPCs and asset owners maximize performance and minimize operational costs.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Self-Powered System with Smart Performance Monitoring

NX Horizon's reliable self-powered motor and control system, balanced mechanical design and independent row architecture provide project design flexibility, while lowering operation and maintenance (O&M) costs. NX Horizon works in concert with the NX Data Hub platform, a utility-grade software that uses bidirectional communications to each and every tracker row in the power plant for continuous, real-time monitoring. In addition, NEXTracker's Digital O&M™ services provide real-time analytics and predictive maintenance to help manage operations and minimize O&M costs over the lifetime of the systems.

Flexible and Resilient by Design

With its self-aligning module rails and vibration-proof fasteners, NX Horizon can be easily and rapidly installed. The self-powered, decentralized architecture allows each row to be commissioned in advance of site power,and is designed to withstand high winds and other adverse weather conditions. On a recent 838 megawatt project in Villanueva, Mexico, these design features allowed for the project to go online nine months ahead of schedule.

TrueCapture and Bifacial Enabled

Incorporating the most promising innovations in utility scale solar, NX Horizon with TrueCapture™ smart control system can add additional energy production by up to six per cent. Further unlocking the advantages of independent-row architecture and the data collected from thousands of sensors across its built-in wireless network, the software continuously optimizes the tracking algorithm of each row in response to site terrain and changing weather conditions. NX Horizon can also be paired with bifacial PV module technology, which can provide even more energy harvest and performance. With bifacial technology, NX Horizon outperforms conventional tracking systems with over 1% more annual energy.

4 YEARS IN A ROW
Global Market Share Leader (2015-18)

25+ GW
Delivered on 5 Continents

BEST-IN-CLASS
Software Ecosystem and Global Services

UP TO 6%
Using TrueCapture Smart Control System

Quality and Reliability from Day One

Quality and reliability are designed and tested into every NX Horizon component and system across our supply chain and manufacturing operations. NEXTracker is the leader in dynamic wind analysis and safety stowing, delivering major benefits in uptime and long-term durability. NX Horizon is certified to UL 2703 and UL 3703 standards, underscoring NEXTracker's commitment to safety, reliability and quality.

GENERAL AND MECHANICAL

Tracking type	Horizontal single-axis, independent row
String voltage	1,500 V_{DC} or 1,000 V_{DC}
Typical row size	78 - 90 modules, depending on module string length
Drive type	Non-backdriving, high accuracy slew gear
Motor type	24V brushless DC motor
Array height	Rotation axis elevation 1.3 to 1.8 m / 4'3" to 5'10"
Ground coverage ratio (GCR)	Configurable. Typical range 28-50%
Modules supported	Mounting options available for virtually all utility-scale crystalline modules, First Solar Series 6 and First Solar Series 4.
Bifacial features	High-rise mounting rails, bearing + driveline gaps and round torque tube

Tracking range of motion	Options for ±60° or ±50°
Operating temperature range	Self powered: -30°C to 55°C (-22°F to 131°F) AC powered: -40°C to 55°C (-40°F to 131°F)
Module configuration	1 in portrait. 3 x 1,500V or 4 x 1,000V strings per standard tracker. Partial length trackers available.
Module attachment	Self-grounding, electric tool-actuated fasteners
Materials	Galvanized steel
Allowable wind speed	Configurable up to 200 kph (125 mph) 3-second gust.
Wind protection	Intelligent wind stowing with symmetric dampers for maximum array stability in all wind conditions.
Foundations	Standard W6 section foundation posts

ELECTRONICS AND CONTROLS

Solar tracking method	Astronomical algorithm with backtracking. TrueCapture™ upgrades available for terrain adaptive backtracking and diffuse tracking mode.
Control electronics	NX tracker controller with inbuilt inclinometer and backup battery.
Communications	Zigbee wireless communications to all tracker rows and weather stations via network control units (NCUs).
Nighttime stow	Yes
Power supply	Self powered: NX provided 30 or 60W Smart Panel AC powered: Customer-provided 120-240 V_{AC} circuit

INSTALLATION, OPERATIONS AND SERVICE

PE stamped structural calculations and drawings	Included
Onsite training and system commissioning	Included
Installation requirements	Simple assembly using swaged fasteners and bolted connections. No field cutting, drilling or welding.
Monitoring	NX Data Hub™ centralized data aggregation and monitoring
Module cleaning compatibility	Compatible with NX qualified cleaning systems.
Warranty	10-year structural, 5-year drive and control components
Codes and standards	UL 3703, UL 2703, IEC 62817

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

© NEXTracker Inc. Contents subject to change without notice.

PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

ANEXO INVERSOR

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: [illegible]
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

INGECON SUN

Power Serie B
1.500 Vdc

INVERSORES CENTRALES SIN TRANSFORMADOR CON UN ÚNICO BLOQUE DE POTENCIA

Hasta 1800 kVA con tecnología de 1500 V

Máxima densidad de potencia
Estos inversores FV centrales despliegan mayor potencia por metro cúbico y, gracias al uso de componentes de alta calidad, rinden al más alto nivel posible.

Electrónica de última generación
Los inversores Serie B integran una innovadora tarjeta de control que funciona más rápido y permite un control del inversor más eficiente y sofisticado, ya que utiliza un procesador de señales digitales de última generación. Además, el hardware de la tarjeta de control permite medidas más precisas y un mayor grado de protección.

Estos inversores soportan huecos de tensión y también presentan un menor consumo de potencia gracias a una tarjeta de suministro de potencia más eficiente.

Conexión AC mejorada
La conexión de salida ha sido diseñada para facilitar la conexión directa por pletinas con el transformador de media tensión.

Protección máxima
Estos equipos trifásicos disponen de un seccionador DC de apertura en carga motorizado para desacoplar el generador fotovoltaico del inversor. Además, incorporan un seccionador magneto-térmico motorizado. Opcionalmente pueden incorporar fusibles, kit de puesta a tierra y monitorización de corrientes de entrada.

Máximos valores de eficiencia
El uso de novedosas topologías de conversión electrónica permite alcanzar valores de eficiencia de hasta el 98,9%. Gracias a un sofisticado algoritmo de control, este equipo puede garantizar la máxima eficiencia en función de la potencia FV disponible.

Prestaciones mejoradas
La nueva gama de inversores INGECON® SUN Power presenta una envolvente renovada y mejorada que, junto a un novedoso sistema de refrigeración por aire, permite aumentar la temperatura de trabajo.



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

Hasta 1800 kVA con tecnología de 1500 V

Diseño duradero
El diseño de estos equipos, junto a las pruebas de estrés a las que son sometidos, permite garantizar una larga vida útil. Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años.

Soporte de red
La familia INGECON® SUN Power Serie B está preparada para cumplir los requerimientos de conexión a red de los diferentes países, contribuyendo a la calidad y estabilidad del sistema eléctrico. Así, por ejemplo, son capaces de soportar huecos de tensión, inyectar potencia reactiva incluso por la noche y controlar la potencia activa inyectada a la red. Además, pueden operar en redes débiles con un bajo SCR (short-circuit ratio).

Fácil mantenimiento
Todos los elementos pueden ser reemplazados o retirados directamente desde la parte frontal del inversor, gracias a su novedoso diseño.

Manejo sencillo
Los inversores INGECON® SUN Power disponen de una pantalla LCD que permite visualizar de forma sencilla y cómoda el estado del inversor, así como diferentes variables internas.

Además, el display dispone de varios LEDs que indican el estado de funcionamiento del inversor y avisan de cualquier incidencia mediante una indicación luminosa, lo cual simplifica y facilita las tareas de mantenimiento del equipo.

Monitorización y comunicación
Comunicación Ethernet integrada de serie. Incluye sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor y su versión para smart-phone iSun Monitor para la monitorización y registro de datos del inversor a través de internet. Permite monitorizar las variables internas de funcionamiento (alarmas, producción en tiempo real, etc.), así como el histórico de datos de producción.

Disponibles dos puertos de comunicación (uno para monitorización y otro para el control de planta), permitiendo un control de planta rápido y simultáneo.

PROTECCIONES

- Polarización inversa DC.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Vigilante de aislamiento DC.
- Hasta 15 pares de porta-fusibles.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC y AC, tipo II.
- Interruptor DC motorizado para desconectar el inversor del campo FV.
- Seccionador magneto-térmico AC motorizado.
- Soporta huecos de tensión.
- Protección del hardware vía firmware.
- Protección adicional para la electrónica de potencia, gracias a un circuito cerrado de ventilación.

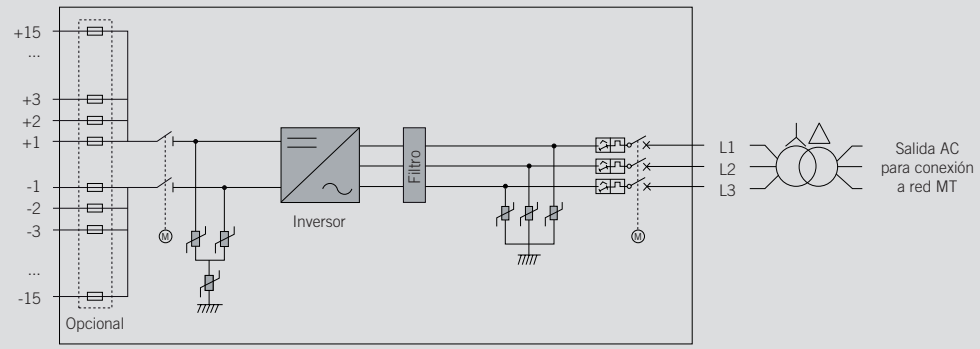
ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit para alimentar servicios auxiliares.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC, tipo I+II.
- Kit de puesta a tierra.
- Kit para trabajar hasta -30 ºC de temperatura ambiente.
- Fusibles DC.
- Monitorización de las corrientes de agrupación de la entrada DC.
- Vatímetro en el lado AC.
- Kit despolarizador nocturno (previene el PID: Potential Induced Degradation).
- Inyección de potencia reactiva nocturna.
- Kit atrapa-arenas.
- Caja de agrupamiento DC integrada.

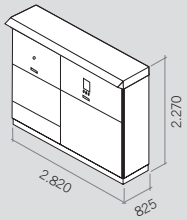
VENTAJAS DE LA SERIE B

- Mayor densidad de potencia.
- Electrónica de última generación.
- Protección electrónica más eficiente.
- Alimentación nocturna para comunicar con el inversor por la noche.
- Mayor rendimiento.
- Mantenimiento sencillo gracias al diseño de su nueva envolvente.
- Piezas de recambio más ligeras.
- Permite aterrar el campo fotovoltaico.
- Componentes fácilmente reemplazables.

Power B Series

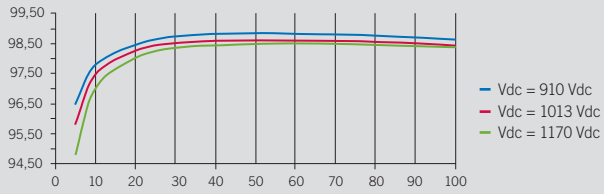


Dimensiones y peso (mm)



1.710 kg.

Rendimiento INGECON® SUN 1640TL B630



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

	1170TL B450	1400TL B540	1500TL B578	1560TL B600	1600TL B615
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado[1]	1.157 - 1.520 kWp	1.389 - 1.824 kWp	1.487 - 1.952 kWp	1.543 - 2.026 kWp	1.582 - 2.077 kWp
Rango de tensión MPP[2]	645 - 1.300 V	769 - 1.300 V	822 - 1.300 V	853 - 1.300 V	873 - 1.300 V
Tensión máxima[3]	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A				
Nº entradas con porta-fusibles	Desde 6 hasta 15 (hasta 12 con la Combiner Box integrada)				
Dimensiones fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V a 500 A / 1.500 V (opcional)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	1				
MPPT	1				
Corriente máxima para cada entrada	De 40 A a 350 A, en los polos positivo y negativo				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	1.169 kVA / 1.052 kVA	1.403 kVA / 1.263 kVA	1.502 kVA / 1.352 kVA	1.559 kVA / 1.403 kVA	1.598 kVA / 1.438 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	1.500 A / 1.350 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C[4]	1.169 kVA / 1.035 kVA	1.403 kVA / 1.242 kVA	1.502 kVA / 1.330 kVA	1.559 kVA / 1.380 kVA	1.598 kVA / 1.415 kVA
Corriente IP56 @ 27°C / @ 50°C[4]	1.500 A / 1.328 A				
Tensión nominal[5]	450 V Sistema IT	540 V Sistema IT	578 V Sistema IT	600 V Sistema IT	615 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de Potencia ajustable	Si, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total)[6]	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta y disparo remoto o motorizado				
Protección anti-isla	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
Euroeficiencia	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	4.700 W (25 A)				
Consumo nocturno o en stand-by[7]	90 W				
Consumo medio diario	2.000 W				
Datos Generales					
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	C5H				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m^3/h				
Caudal de aire promedio	4.200 m^3/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10m / <54.5 dB(A) t 10m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia				

Notas: [1] Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC [2] Vmpp.min es para condicionales nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes [3] Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas [4] Con el kit atrapa-arenas [5] Otras tensiones y potencias AC disponibles [6] Para P_{AC}>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 [7] Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

	1640TL B630	1675TL B645	1715TL B660	1755TL B675	1800TL B690
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado[1]	1.620 - 2.128 kWp	1.659 - 2.179 kWp	1.698 - 2.229 kWp	1.723 - 2.280 kWp	1.775 - 2.331 kWp
Rango de tensión MPP[2]	894 - 1.300 V	915 - 1.300 V	935 - 1.300 V	957 - 1.300 V	978 - 1.300 V
Tensión máxima[3]	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A				
Nº entradas con porta-fusibles	Desde 6 hasta 15 (hasta 12 con la Combiner Box integrada)				
Dimensiones fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V a 500 A / 1.500 V (opcional)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	1				
MPPT	1				
Corriente máxima para cada entrada	De 40 A a 350 A, en los polos positivo y negativo				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	1.637 kVA / 1.473 kVA	1.673 kVA / 1.508 kVA	1.715 kVA / 1.543 kVA	1.754 kVA / 1.578 kVA	1.793 kVA / 1.613 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	1.500 A / 1.350 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C[4]	1.637 kVA / 1.449 kVA	1.676 kVA / 1.484 kVA	1.715 kVA / 1.518 kVA	1.754 kVA / 1.552,6 kVA	1.793 kVA / 1.587 kVA
Corriente IP56 @ 27°C / @ 50°C[4]	1.500 A / 1.328 A				
Tensión nominal[5]	630 V Sistema IT	645 V Sistema IT	660 V Sistema IT	675 V Sistema IT	690 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de Potencia ajustable	Si, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total)[6]	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta y disparo remoto o motorizado				
Protección anti-isla	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
Euroeficiencia	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	4.700 W (25 A)				
Consumo nocturno o en stand-by[7]	90 W				
Consumo medio diario	2.000 W				
Datos Generales					
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	C5H				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m^3/h				
Caudal de aire promedio	4.200 m^3/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10m / <54.5 dB(A) a 10m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 2.6), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia				

Notas: [1] Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC [2] Vmpp.min es para condicionales nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes [3] Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas [4] Con el kit atrapa-arenas [5] Otras tensiones y potencias AC disponibles [6] Para P_{AC}>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 [7] Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

INGECON SUN

Power Dual Serie B
1.500 Vdc

SOLUCIÓN DUAL SIN TRANSFORMADOR CON DOS INVERSORES SERIE B

Hasta 3,6 MVA con tecnología de 1500 Vdc

La máxima densidad de potencia
Estos inversores FV centrales presentan más potencia por metro cúbico. Gracias al uso de componentes de alta calidad, esta serie de inversores rinde al más alto nivel posible.

Electrónica de última generación
Los inversores de la serie B integran una novedosa unidad de control que funciona más rápido y permite un control del inversor más eficiente y sofisticado, ya que utiliza un procesador de señales digitales de última generación. Además, el hardware de la tarjeta de control permite medidas más precisas y un mayor grado de protección.

Estos inversores soportan huecos de tensión y presentan también un menor consumo de potencia gracias a una tarjeta de suministro de potencia más eficiente.

Conexiones AC integradas
Las acometidas de salida están integradas en el mismo armario, lo cual facilita las labores de mantenimiento y reparación.

Máxima protección
Estos equipos trifásicos disponen de un seccionador DC de apertura en carga motorizado para desacoplar el generador fotovoltaico del inversor.

Además, incorporan un seccionador magnetotérmico motorizado. Opcionalmente pueden incorporar fusibles, kit de puesta a tierra y monitorización de corrientes de entrada.

Máximos valores de eficiencia
El uso de novedosas topologías de conversión electrónica permite alcanzar valores de eficiencia de hasta el 98,9%.

Prestaciones mejoradas
La nueva gama de inversores INGECON® SUN Power presenta una envolvente renovada y mejorada que, junto a un novedoso sistema de refrigeración por aire, permite aumentar la temperatura de trabajo.



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

Diseño duradero
El diseño de estos equipos permite garantizar una larga vida útil. Garantía estándar de 5 años, ampliables hasta 25 años.

Soporte de red
La familia INGECON® SUN Power Serie B está preparada para cumplir los requerimientos de conexión a red de los diferentes países, contribuyendo a la calidad y estabilidad del sistema eléctrico. Por lo tanto, estos inversores son capaces de soportar huecos de tensión y controlar la potencia activa inyectada a la red. Además, pueden operar en redes débiles con bajo ratio de cortocircuito (SCR).

Fácil mantenimiento
Todos los elementos pueden ser reemplazados o retirados directamente desde la parte frontal del inversor, gracias a su novedoso diseño.

Manejo sencillo
Los inversores INGECON® SUN Power disponen de una pantalla LCD que permite visualizar de forma sencilla y cómoda el estado del inversor, así como diferentes variables internas. Además, el display dispone de varios LEDs que indican el estado de funcionamiento del inversor y avisan de cualquier incidencia mediante una indicación luminosa, lo cual simplifica y facilita las tareas de mantenimiento del equipo.

Monitorización y comunicación
Comunicación Ethernet integrada de serie. Incluye sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager e INGECON® SUN Monitor y su versión para Smartphone para la monitorización y registro de datos del inversor a través del Internet. Permite monitorizar las variables internas de funcionamiento (alarmas, producción en tiempo real, etc.), así como el histórico de datos de producción.

Disponibles dos puertos de comunicación para cada inversor (uno para monitorización y otro para el control de planta), permitiendo un control de planta rápido y simultáneo.

PROTECCIONES

- Polarización inversa DC.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Vigilante de aislamiento DC.
- Hasta 15 pares de porta-fusibles.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC y AC, tipo II.
- Interruptor DC motorizado para desconectar el inversor del campo FV.
- Soporta huecos de tensión.
- Seccionador magneto-térmico AC motorizado.
- Protección del harware vía firmware.
- Protección adicional para la electrónica de potencia, gracias a un circuito cerrado de ventilación.

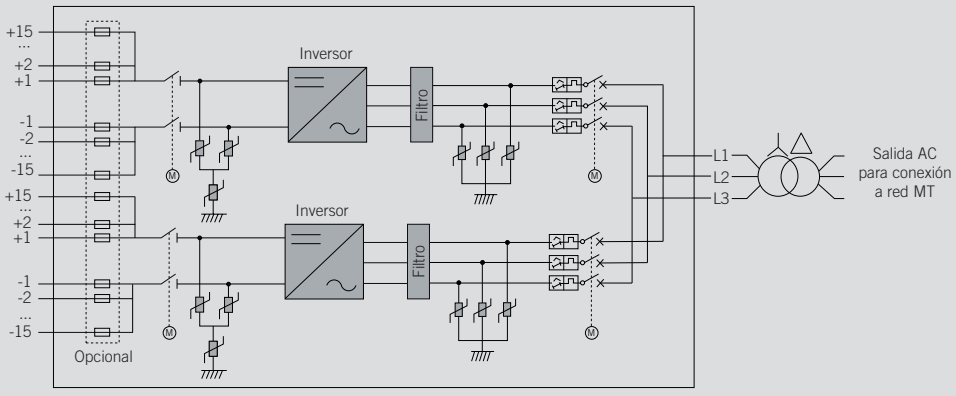
ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit para alimentar servicios auxiliares.
- Kit de puesta a tierra.
- Kit para trabajar hasta -30 ºC de temperatura ambiente.
- Descargadores de sobretensiones DC, tipo I+II.
- Fusibles DC.
- Monitorización de las corrientes de agrupación de la entrada DC.
- Kit despolarizador nocturno (previene el PID: Potential Induced Degradation).
- Inyección de potencia reactiva nocturna.
- Kit atrapa-arenas.
- Caja de agrupamiento DC integrada.

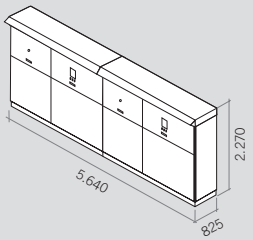
VENTAJAS DE LA SERIE B

- Mayor densidad de potencia.
- Electrónica de última generación.
- Alimentación nocturna para comunicar con el inversor por la noche.
- Mayor rendimiento.
- Mantenimiento sencillo gracias al diseño de su nueva envolvente.
- Piezas de recambio más ligeras.
- Permite aterrar el campo fotovoltaico.
- Componentes fácilmente reemplazables.

Power Serie B

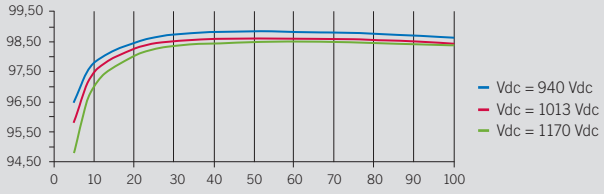


Dimensiones y peso (mm y kg)



3.420 kg

Eficiencia DUAL INGECON® SUN 1690TL B650



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

	2340 kVA DUAL INGECON® SUN 1170TL B450	2800 kVA DUAL INGECON® SUN 1400TL B540	3000 kVA DUAL INGECON® SUN 1500TL B578	3120 kVA DUAL INGECON® SUN 1560TL B600	3200 kVA DUAL INGECON® SUN 1600TL B615
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado[1]	2.314 - 3.040 kWp	2.778 - 3.648 kWp	2.974 - 3.904 kWp	3.086 - 4.052 kWp	3.164 - 4.154 kWp
Rango de tensión MPP[2]	645 - 1.300 V	769 - 1.300 V	822 - 1.300 V	853 - 1.300 V	873 - 1.300 V
Tensión máxima[3]	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A por bloque de potencia				
Nº entradas con porta-fusibles	6 hasta 15 por bloque de potencia (hasta 12 con la caja de agrupamiento)				
Dimensiones de los fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V hasta 500 A / 1.500 V (opcionales)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	2				
MPPT	2				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Polaridad inversa / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	2.338 kVA / 2.104 kVA	2.806 kVA / 2.525 kVA	3.004 kVA / 2.703 kVA	3.118 kVA / 2.806 kVA	3.196 kVA / 2.876 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	3.000 A / 2.700 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C[4]	2.338 kVA / 2.070 kVA	2.806 kVA / 2.484 kVA	3.004 kVA / 2.660 kVA	3.118 kVA / 2.760 kVA	3.196 kVA / 2.830 kVA
Corriente IP56 @27 °C / @50 °C[4]	3.000 A / 2.656 A				
Tensión nominal[5]	450 V Sistema IT	540 V Sistema IT	578 V Sistema IT	600 V Sistema IT	615 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de potencia ajustable	0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total)[6]	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta				
Protección anti-aislamiento	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
CEC	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	9.400 W (50 A)				
Consumo nocturno o en stand-by[7]	< 180 W				
Consumo medio diario	4.000 W				
Información General					
Inversores FV incluidos	Dos unidades de INGECON® SUN 1170TL B450	Dos unidades de INGECON® SUN 1400 B450	Dos unidades de INGECON® SUN 1500TL B578	Dos unidades de INGECON® SUN 1560TL B600	Dos unidades de INGECON® SUN 1600TL B615
Temperatura ambiente	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0-100% (Salida)				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	C5H				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m³/h por bloque de potencia				
Caudal de aire promedio	2 x 4.200 m³/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10 m / < 54.5 dB(A) a 10 m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, Código de red de Sudáfrica (ver 2.6), Código de red de Chile, Código de red de Ecuador, Código de red de Perú, Requerimientos PEA de Tailandia, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, Código de red DEWA (Dubái), Código de red de Jordania, RETIE Colombia				

Notas: [1] Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC [2] Vmpp.min es para condiciones nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes [3] Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas [4] Con el kit atrapa-arenas [5] Otras tensiones y potencias AC disponibles [6] Para Pac>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 [7] Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

	3280 kVA DUAL INGECON® SUN 1640TL B630	3350 kVA DUAL INGECON® SUN 1675TL B640	3430 kVA DUAL INGECON® SUN 1715TL B660	3510 kVA DUAL INGECON® SUN 1755TL B675	3600 kVA DUAL INGECON® SUN 1800TL B690
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado[1]	3.240 - 4.256 kWp	3.318 - 4.358 kWp	3.396 - 4.458 kWp	3.472 - 4.550 kWp	3.550 - 4.662 kWp
Rango de tensión MPP[2]	894 - 1.300 V	915 - 1.300 V	935 - 1.300 V	967 - 1.300 V	978 - 1.300 V
Tensión máxima[3]	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A por bloque de potencia				
Nº entradas con porta-fusibles	6 hasta 15 por bloque de potencia (hasta 12 con la caja de agrupamiento)				
Dimensiones de los fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V hasta 500 A / 1.500 V (opcionales)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	2				
MPPT	2				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Polaridad inversa / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	3.274 kVA / 2.496 kVA	3.352 kVA / 3.016 kVA	3.430 kVA / 3.086 kVA	3.508 kVA / 3.156 kVA	3.586 kVA / 3.226 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	3.000 A / 2.700 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C[4]	3.274 kVA / 2.898 kVA	3.352 kVA / 2.967 kVA	3.430 kVA / 2.036 kVA	3.508 kVA / 3.105 kVA	3.586 kVA / 3.174 kVA
Corriente IP56 @27 °C / @50 °C[4]	3.000 A / 2.656 A				
Tensión nominal[5]	630 V Sistema IT	645 V Sistema IT	660 V Sistema IT	675 V Sistema IT	690 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de potencia ajustable	0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total)[6]	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta				
Protección anti-aislamiento	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
CEC	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	9.400 W (50 A)				
Consumo nocturno o en stand-by[7]	< 180 W				
Consumo medio diario	4.000 W				
Información General					
Inversores FV incluidos	Dos unidades de INGECON® SUN 1640TL B630	Dos unidades de INGECON® SUN 1665TL B640	Dos unidades de INGECON® SUN 1690TL B650	Dos unidades de INGECON® SUN 1740TL B670	Dos unidades de INGECON® SUN 1800TL B690
Temperatura ambiente	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0-100% (Salida)				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	C5H				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m^3/h por bloque de potencia				
Caudal de aire promedio	2 x 4.200 m^3/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10 m / < 54.5 dB(A) a 10 m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, Código de red de Sudáfrica (ver 2.6), Código de red de Chile, Código de red de Ecuador, Código de red de Perú, Requerimientos PEA de Tailandia, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, Código de red DEWA (Dubái), Código de red de Jordania, RETIE Colombia				

Notas: [1] Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC [2] Vmpp.min es para condiciones nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes [3] Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas [4] Con el kit atrapa-arenas [5] Otras tensiones y potencias AC disponibles [6] Para Pac>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 [7] Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

ANEXO TRANSFORMADOR

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802329.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS JARA, S.A.

Avda. de Lasalle, 121 - 37008 SALAMANCA, ESPAÑA Telef: +34 923 192 794 Fax: +34 923 192 793
http://www.trafojara.com E-mail: Calidad: calidad@trafojara.com; Técnico: tecnico@trafojara.com

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MT/BT - ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

1-3, (v20)

MT/BT DISTRIBUTION TRANSFORMERS - TECHNICAL SPECIFICATION - TRANSFORMATEURS DE DISTRIBUTION MT/BT - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO MT/BT CARACTERISTICAS TECNICAS

TRANSFORMADOR TIPO, TRANSFORMER TYPE, TYPE DE TRANSFORMATEUR **6900/36/30 0,8-0,8-O-PE**

NORMAS, STANDARD, NORMES

UNE-EN 60076	*Transformadores de potencia* *Power Transformers, Transformateurs de puissance*
Reg. (UE) nº 548/2014 *+ Reg. (UE) 2019/1783* *tier 2, Julio 2021*	*desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, respecto a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes* *Implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to small, medium and large power transformers* *relatif à la mise en œuvre de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en cequi concerne les transformateurs de faible, moyenne et grande puissance*

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA, FICHA TÉCNICA TECHNICAL SPECIFICATION, *SPECIFICATIONS TECHNIQUES*						*No*	
POTENCIA ASIGNADA, POTÊNCIA ATRIBUÍDA (kVA), a la máxima Tª ambiente 40ºC RATED POWER, at maximum ambient temperature 40ºC, PUISSANCE ASSIGNEE						*6900*	*(3450kVA - 3450kVA)*
FASES PHASES, *PHASES*						*TRIFÁSICO (TRIPHASES)*	
FRECUENCIA (Hz) FREQUENCY, *FREQUENCE*						*50*	
TENSIÓN/ES ASIGNADA/S DE ALTA, TENSÕES ATRIBUÍDAS EM ALTA (V) PRIMARY RATED VOLTAGE, TENSION/S ASSIGNEE PRIMAIRE						*30000*	
TENSIONES DE REGULACIÓN (DESCONECTADO), E INTENSIDADES DE LÍNEA HV TAPPING RANGE OFF-CIRCUIT, AND CURRENT, *TENSIONS AVEC REGLATE HORS TENSION, ET COURANT* CONMUTADOR DE ACUERDO A IEC 60214 TAP CHANGER ACCORDING TO IEC 60214, COMMUTATEUR CONFORMER À IEC 60214						*en 31500V*	
						(%)	*(V)*	*(A)*
						5,00%	*31500*	126,47
						2,50%	*30750*	129,55
						0,00%	*30000*	132,79
						-2,50%	*29250*	136,20
						-5,00%	*28500*	139,78
TENSIÓN/ES ASIGNADA/S DE BAJA ENTRE FASES, EN VACÍO, Tensão atribuida de baixa entre fases (V) NO-LOAD SECONDARY RATED VOLTAGE BETWEEN PHASES, Tension assignee secondaire phase-phase, a vide						*600 - 600*	*bajas independientes por fase - separate LV coils per phase*	*2*
INTENSIDAD NOMINAL DE BAJA TENSIÓN, Intensidade nominal de baixa tensão (A) RATED SECONDARY CURRENT, *COURANT ASSIGNEE SECONDAIRE*						*3320 - 3320*		
TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV) (UNE-EN 60076-3) RATED INSULATION LEVEL, *LA TENSION LA PLUS ÉLEVÉE POUR LE MATERIEL*	Arrollamiento de A.T. (HV, HTA)					*36*		
	Arrollamiento de B.T. (LV, BT)					*1,1-1,1*		
TENSIÓN SOPORTADA DE CORTA DURACIÓN, 1 min a frec industrial, (kV) Tensão suportável de curto duração *EFF VOLTAGE, Tension d´essai de courte durée à fréquence nominale* (UNE-EN 60076-3)	Arrollamiento de A.T. (HV, HTA)					*70*		
	Arrollamiento de B.T. (LV, BT)					*3-3*		
TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS TIPO RAYO, (kV) Tensão suportada de impulso tipo raio CHOC VOLTAGE, *TENSION CHOC À ONDE PLEINE* (UNE-EN 60076-3)	Arrollamiento de A.T. (HV, HTA)					*170*		
	Arrollamiento de B.T. (LV, BT)					*-*		
GRUPO DE CONEXIÓN, Grupo de ligação (UNE-EN 60076-1) VECTOR GROUP, *COUPLAGE*						*A.T. (HV, HTA) en D*	*Dy11y11*	*B.T. en*	*y - y*
IMPEDANCIA, REACTANCIA Y RESISTENCIA DE CORTOCIRCUITO (EN 50464-1:2007) RATED SHORT-CIRCUIT IMPEDANCE, REACTANCE AND RESISTANCE, *TENSION DE COURT-CIRCUIT* RATIO X/R						uZ(%) *7,00%* *Global*	*tolerancia uZ(%)* *6,3%-7,7%*	*HV-LV1* 7,00% *HV-LV2* 7,00%	tolerancia uZ(%) *6,3-7,7%*
PÉRDIDAS DE VACÍO, Perdas de vazio (W), NO-LOAD LOSSES, *PERTES A VIDE (W)*						*R.E. 548 tier2*	*valor indicativo, se garantiza el rendimto*	*3800*	
PÉRDIDAS DEBIDAS A LA CARGA, Perdas devido a carga, (referenciadas a 75ºC) (W) LOSSES DUE TO LOAD AT 75ºC, PERTES DUES A LA CHARGE A 75ºC (W)						*R.E. 548 tier2*	*valor indicativo, se garantiza el rendimto*	*55500*	
PÉRDIDAS TOTALES, Perdas Totales, (referenciadas a 75ºC) (W) TOTAL LOSSES AT 75ºC, PERTES TOTALE A 75ºC (W)						*59300*			
PÉRDIDAS TOTALES, Perdas Totales, referenciadas a 105ºC (W) TOTAL LOSSES AT 105ºC (W)									
RENDIMIENTO MÁXIMO MAX. EFFICIENCY, RENDEMENT MAX.	se da, con cosϕ = 1, a un nivel de carga de k=0,28 got it at cosϕ = 1, and load at k=0,28					*> 99,579%*			
CAÍDA DE TENSIÓN A PLENA CARGA, Queda de Tensão en carga (%) VOLTAGE DROP AT FULL LOAD, *CHUTE DE TENSION A PLEINE CHARGE*	cosϕ = 1 cosϕ = 0,8					*0,94%* *4,87%*			
INTENSIDAD NOMINAL DE VACÍO, Intensidade Nominal do vazio NO LOAD CURRENT, *COURANT SECONDAIRE A VIDE*						*0,7%*	*con tolerancia 0,91%*		
NIVEL DE RUIDO, (dB(A)) POTENCIA ACÚSTICA, (Lwa), Potência Sonora NOISE LEVEL dB(A), ACOUSTIC POWER Lwa, BRUIT dB(A), PUISSANCE ACOUSTIQUE Lwa	menor de:					*80*			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALLANO.

CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS JARA, S.A.

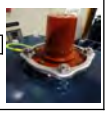
Avda. de Lasalle, 121 - 37008 SALAMANCA, ESPAÑA Telef: +34 923 192 794 Fax: +34 923 192 793
http://www.trafojara.com E-mail: Calidad: calidad@trafojara.com; Técnico: tecnico@trafojara.com

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MT/BT - ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

2-3

MT/BT DISTRIBUTION TRANSFORMERS - TECHNICAL SPECIFICATION - TRANSFORMATEURS DE DISTRIBUTION MT/BT - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO MT/BT CARACTERISTICAS TECNICAS

AISLADORES EN ALTA, Travessia AT HV BUSHINGS, *TRAVERSEES HTA*	*CERÁMICOS, porcelaine bushings, traversées porcelaine (EN 50180)* *(UNE IEC TS60815-1)*	☐ 	Aislador Polimérico	☐ 	BORNAS ENCHUFABLES (plug-in bushings, traversées embrochables) 36kV-630A, Interface C EN 50180	☑ 
TIPO DE LLENADO, Tipo de enchimento IMMERSED TYPE, TYPE À *REMPLISSAGE*	*INTEGRAL, Imersos, (hermetic full filling, remplissage total)*	☑ 			*con DEPÓSITO DE EXPANSIÓN, with conservator for oil expansion*	☐ 
TIPO DE LÍQUIDO DIELECTRIC LIQUID, *LIQUIDE DIELECTRIQUE*	ACEITE MINERAL NO INHIBIDO, EXENTO DE PCB´S, UNE EN 60296 (dielectric uninhibited oil, PCB free, huile minérale exempt de PCB, non inhibé) ☑ 		*ÉSTER VEGETAL, UNE EN 62770 Biodegradable y NO Inflamable* ☐ 		*ÉSTER SINTÉTICO, UNE EN 61099, Biodegradable y no inflamable, SYNTHETIC ÉSTER* ☐ 	

TIPO DE REFRIGERACIÓN, Tipo de Refrigeração (UNE-EN 60076-1) COOLING TYPE, *REFROIDISSEMENT DE TYPE*		*ONAN (Oil Natural Air Natural)*
VOLUMEN Y MASA DEL LÍQUIDO AISLANTE, Volume e messe do Líquido isolante (l) VOLUME AND MASS OF DIELECTRIC LIQUID, *LITRE ET MASSE LIQUIDE ISOLATION*	valor orientativo orientative value	*3400Litros, (aprox, 2956kg)*
MATERIAL y MASA DEL CIRCUITO MAGNÉTICO, Material e massa do circuito magnético, (kg) MATERIAL AND MASS OF CORE, *MATÉRIEL ET MASSE DU CIRCUIT MAGNÉTIQUE*		*Chapa magnética de grano orientado HighB, HB GOES* *5932*
MATERIAL y MASA DE LOS DEVANADOS, Material e massa das Bobinas, (kg) MATERIAL AND MASS OF COILS, *MATERIEL ET MASSE BOBINES*		*ALUMINIO (ALUMINUM - ALUMINIUM)* *1788*
MASA A DESENCUBAR, Massa ao desmontar (kg) WEIGHT OUT OF TANK, *MASSE HORS CUVE ET HUILE*	valor orientativo orientative value	*8120*
MASA TOTAL, Massa Total (kg) TOTAL WEIGHT, *MASSE TOTALE*	valor orientativo orientative value	*13200*
TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA, (Tª DE DISEÑO) (ºC) (UNE-EN 60076-1) MAX OUTDOOR TEMPERATURE, *TEMPERATURE AMBIANTE MAXIMUM*		*45*
TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS CALUROSO Temperatura média do mês mais caloroso(ºC)60076-1 AVERAGE TEMPERATURE OF THE HOTTEST MONTH, *MAXIMUM TEMPÉRATURE MENSUELLE MOYENNE*		*40*
TEMPERATURA MEDIA ANUAL, MENOR DE (ºC) (UNE-EN 60076-1) ANNUAL AVERAGE MAXIMUM TEMPERATURE, *ANNUEL MOYEN TEMPÉRATURE MAXIMALE*		*20*
TEMPERATURA AMBIENTE MÍNIMA (ºC) (UNE-EN 60076-1) MIN OUTDOOR TEMPERATURE, *TEMPERATURE AMBIANTE MINIMUM*		*-25*
CALENTAMIENTO MÁX DEL LÍQUIDO AISLANTE, Aquecimento Máx do líquido, (ºC) (UNE-EN 60076-2) MAX LIQUIDE TEMPERATURE RISE, *ECHAUFFEMENT MAXIMUM D´LIQUIDE*		*55*
CALENTAMIENTO MÁX DE DEVANADOS, Aquecimento Máx das bobinas (ºC) (UNE-EN 60076-2) MAX COIL TEMPERATURE RISE, *ECHAUFFEMENT MAXIMUM D´BOBINE*		*60*
CLASE TÉRMICA (IEC 60085) THERMAL CLASS, CLASS THERMIQUE D´ISOLEMENT DES ENROULEMENTS		*A*
ALTITUD MÁXIMA SOBRE EL NIVEL DEL MAR, Altitude máxima sobre o nível do mar(m) UNE-EN 60076-1 MAX. ALTITUDE ABOVE SEA, *ALTITUDE MAXIMALE AU-DESSUS MER*		*1000*
ESPESOR PINTURA, Espessor da pintura (µm) PAINT THICKNESS, ÉPAISSEUR DE PEINTURE	imprimación, primer, primaire mín acabado, top coat mín medio total, average primer plus top coat	*220* *60* *280*
APLICABLE A AMBIENTE TIPO SEGÚN, Aplicável a ambiente tipo ISO 12944 ACCORDING TO ISO 12944 ENVIRONMENTS TYPE, *CLASSE DE CORROSION DE L´ENVIRONNEMENT (ISO 12944-2)*	*C4*	*Zonas industriales y áreas costeras con salinidad moderada.* *Industrial and coastal. Chemical processing plants*
DURABILIDAD ESTIMADA DE LA PINTURA, (No garantía), hasta primer gran mantenimiento, Duração estimada (sem garar *PAINT DURABILITY, (NO WARRANTY), TO FIRST MAJOR MAINTENANCE*	*H*	*más de 15 años, more than 15 years*

COLOR EXTERIOR, Cor exterior
EXTERNAL COLOUR, *COULEUR EXTERNE*

- ☐ S 8010-R90B de NCS ó equiv. RAL 5008, (azul verdoso muy oscuro, very dark bluegreen, blue-vert)
- ☐ RAL 6005, verde musgo, (Moss green, Vert mousse)
- ☐ RAL 7033, Gris cemento (Cement grey, Gris ciment)
- ✓ RAL 7035, Gris Luminoso
- ☐ RAL 1001, Beige
- ☐

ACCESORIOS DE PROTECCIÓN, (según requerimiento de la compañía o del cliente, o a criterio de JARA), Acessórios de Proteção (de acordo com a companhia, cliente ou desisão de Jara)
PROTECTION ACCESORIES, *ACCESSOIRES DE PROTECTION, (according to utility or customer requirements, or JARA decission)*

TERMÓMETRO, (EN 13190)
con contactos (función termostato)
thermometer, thermomètre
☐ 
sí lleva funda para termómetro/with thermometer pocket

RELÉ DE SEGURIDAD (SOBREPRESIONES,GASES, Tª)
lay, relais RIS®, DGPT2®, DMCR®)

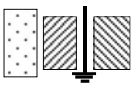
analógico ☐ ✓ digital ☐ 

RELÉ BUCHHOLZ (EN 50216-2)
☐ 

CAJAS CUBREBORNAS EN ALTA Y BAJA TENSIÓN, Caixas de tapar alta e baixa tensão, (Cable Boxes, LV and HV)
☐ 

2 contactos para Tª, 1 para nivel y 1 para presión, y sonda pt100 sin convertidor 4-20mA

SONDA pt100
☐ 

PANTALLAS ELECTROSTÁTICAS, (Electrostatic screens, écrans électrostatiques)
☐ ✓ 

DESECADOR, AIR BREATHER DEUMIDIFICATEUR D´AIR (UNE-EN 50216-5)
☐ 

CUBETA DE RECOGIDA DE ACEITE, RETENTION BUNDS, BACS DE RETENTION
☐ 

CAJA DE CONEXIONES, MARSHALING BOX
☐ 

INDICADOR DE NIVEL LIQUID LEVEL Indicateurs de niveau (EN 50216-5)

magnético ☐  visual (cristal) ☐

BLOQUEO DE BORNAS- Verrouillage des traversées embrochables
☐ 

VÁLVULA SOBREPRESIÓN
OVERPRESSURE VALVE
limiteurs de pression
(EN 50216-5)
✓ 

ENSAYOS INDIVIDUALES A LOS QUE SE SOMETE EL TRANSFORMADOR, ENSAIOS INDIVIDUAIS DO TRANSFORMADOR, ELECTRICAL TESTS, ESSAIS, (UNE-EN 60076-1)

Medida de la relación de transformación y grupo de conexión, Ensaio de relação e do grupo de ligação *transformer ratio measurement and verification of voltage vector relationship* *Mesure dy rapport de transformation et vérification du groupe de couplage*	*Medida de la resistencia de los arrollamientos, Ensaio de resistências das bobinas* *windings strength measurement* *Mesure de la résistance des enroulements*
Ensayo dieléctrico de tensión soportada aplicada, Ensaio dieléctrico de tensão apli A.T. (HV, HTA) = 70kV 1 minuto *applied voltage test* B.T. (LV, BT) = 3-3kV 1 minuto *Essai de tension appliquée dans les enroulements.* IEC 60076-3	*Ensayo dieléctrico de tensión soportada inducida, Ensaio dieléctrico de tensão induzida* *induced voltage test* 40s, a 63000/1600V a 150Hz *Essai de tension induite dans les enroulements* IEC 60076-3
Medida de las pérdidas debidas a la carga, Ensaio de perdas en carga *Losses due to load* *Mesure des pertes dues à la charge*	*Medida de la impedancia de cortocircuito, Ensaio de cortocircuito* *impedance voltage* *Mesure de la tension de court-circuit*
Medidas de las pérdidas y de la corriente en vacío, Ensaio de perdas e de corrente de vazio *no-load, losses and current* *Mesure des pertes et du courant à vide*	*Medida de la resistencia a tierra, (aislamiento con Megger®) [M Ω]* a 5000V, 1 minuto *Earthing Resistance* *mesurer la résistance à la terre*

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALLANO



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

ANEXO CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 6802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

REFERENCIA NORMATIVA según IEC 62271-200

SERIE DE CUADROS	TPR6 36kV OUTDOOR
CLASE DE COMPARTIMENTACIÓN	PM (tabique metálico)
CATEGORÍA DE PÉRDIDA DE CONTINUIDAD DE SERVICIO	Clase LSC2

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

TENSIÓN ASIGNADA	36 kV
TENSIÓN DE SERVICIO	30 kV
TENSIÓN SOPORTADA ASIGNADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL (1 min)	70/80 kV
TENSIÓN SOPORTADA ASIGNADA A IMPULSO TIPO RAYO	170/195 kV
TENSIÓN AUXILIAR PARA CONTROL Y SEÑALIZACIÓN	24Vdc
FRECUENCIA ASIGNADA	50 Hz
SISTEMA ELÉCTRICO	TRIFASICO
CORRIENTE ASIGNADA	630 A
CORRIENTE DE CORTA DURACIÓN ADMISIBLE (con Tk = X s)	20 kA x 1sec
CORRIENTE DE CORTA DURACIÓN ADMISIBLE (Valor de pico)	50 kA
CLASIFICACIÓN DE ARCO INTERNO (ALIVIO DE PRESIÓN HACIA ARRIBA)	20 kA x 1sec A-FLR

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

SECUENCIA DE MANIOBRAS DEL INTERRUPTOR	O-0,3s-CO-3min-CO
NUMERO DE UNIDADES	1
PARTICIÓN DEL TABLERO	UNIDAD SINGULAR
DIMENSIONES (mm) AnxAlxP	1445x1802x1066
CABLES DE LLEGADA	PARTE INFERIOR
CABLES DE SALIDA	PARTE INFERIOR
GRADO DI PROTECCION EN EL FRENTE	IP 54
GRADO DI PROTECCION INTERNO	IP 67
PESO APROXIMADO	780 kg

CARACTERISTICAS AMBIENTALES

MAX TEMPERATURA AMBIENTE	50 °C
MIN TEMPERATURA AMBIENTE	-5 °C
ALTITUDE COMPARADO CON EL NIVEL DEL MAR	1000m
HUMEDAD RELATIVA	95 %

CUMPLIMIENTO DE NORMAS

Aparamento bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones de 1 kV a 52kV	IEC 62271-200
Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tension	IEC 62271-100
Interruptores de maniobra e interruptores de maniobra-seccionadores para alta tensión	IEC 62271-103
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna	IEC 62271-102
Combinación interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tension	IEC 62271-105

CABLEADO AUXILIAR

TIPO DE CABLE	FS17
SECCIÓN / COLOR DEL CIRCUITO AUXILIAR	MIN 1mmc / NEGRO

PINTURA

TIPO	PINTURA TERMOSETRANTE EN POLVO APTA PARA PRODUCTOS EXTERIORES (POLIESTER)
COLOR	RAL7035
CLASE DE CORROSIÓN	C4 ALTA DURABILIDAD

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202301893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

All rights reserved

SEL S.p.A.

Customer

MAIN CHARACTERISTICS

Drawings n° RMU/14434/01 Dr. DF

Rev.	Description	Data
1	As Built	17/12/2020
0	Executive	27/11/2020

Note

A tener en cuenta: En caso de discrepancias entre las versiones en inglés y en español, prevalecerá la inglesa.



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

ANEXO CABLES

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: [illegible]
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

1. Objecto

Este documento define las características técnicas y constructivas de los cables tipo TOP SOLAR PV H1Z2Z2-K fabricados por Top Cable.

2. Diseño

Este tipo de cables está diseñado, fabricado y comprobado de acuerdo con la última revisión de las normas EN 50618 e IEC 62930.

Certificaciones disponibles:

EN 50618 (TÜV Rheinland) e IEC 62930 (TÜV Rheinland, en proceso).

3. Campo de utilización

Cables unipolares de potencia flexibles, de baja emisión de humos y libres de halógenos. Adecuados para el uso en el lado de corriente continua de sistemas fotovoltaicos, con una tensión nominal de 1,5 kV entre conductores y entre conductor y tierra en corriente continua.

Los cables son adecuados para ser utilizados con equipos de Clase II.

Los cables están diseñados para funcionar a una temperatura máxima del conductor de 90 ºC, pero durante un máximo de 20.000 horas se permite una temperatura máxima del conductor de 120 ºC para una temperatura ambiente máxima de 90 ºC. El período de uso previsto en condiciones normales, según lo especificado en la norma EN 50618, es de al menos 25 años.

Adecuado para instalaciones sumergidas (AD8).

4. Características

Tensión nominal: Tensión CC: 1,5/1,5 kV (Tensión máxima de 1,8 kV)

Tensión CA: 1,0/1,0 kV (U_0/U)

Rango de temperatura ambiente: -40 °C a 90 ºC

Temperatura máxima del conductor: 120 ºC (20.000 horas)

Temperatura máxima en cortocircuito: 250 °C (máximo 5 s)

Radio de curvatura (instalación fija): 5 x Ø exterior

No propagación de la llama: según EN 60332-1/ IEC 60332-1

No propagación del incendio: según EN 50399

Reacción al fuego CPR: Cca-s1b,d2,a1 según EN 50575

Libre de halógenos: según EN 50525-1 (Anexo B)

contenido en HCl < 0,5 %

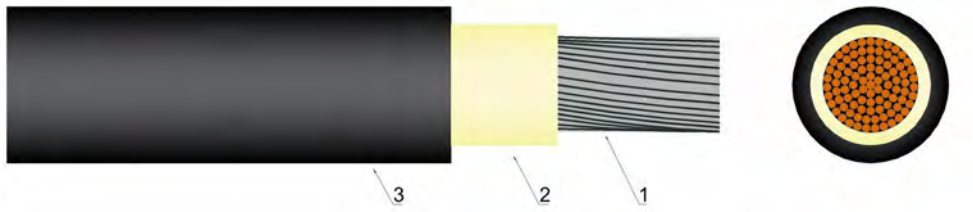
pH > 4,3, conductividad < 10 µS/mm

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Resistencia UV: según EN 50618

AD8 Inmersión: según UNE 20460-3

5. Constitución general del cable



5.1 Conductor (1)

Conductor flexible de hilos de cobre electrolítico recocido y estañado, formación clase 5 según EN 60228/ IEC 60228.

5.2 Aislamiento (2)

Aislamiento de goma libre de halógenos. Los requisitos del aislamiento se ajustan a la tabla B.1 en el Anexo B de la norma EN 50618 e IEC 62930.

5.3 Cubierta exterior (3)

Cubierta exterior de goma libre de halógenos. Los requisitos de la cubierta se ajustan a la tabla B.1 en el Anexo B de la norma EN 50618 e IEC 62930. Color rojo o negro.

6. Intensidades admisibles

6.1 Intensidades en servicio normal

En la tabla 1 se indican las intensidades y parámetros eléctricos detallados para cada cable.

Las intensidades máximas, en amperios, se han calculado según la norma EN 50618, en las condiciones que se indican a continuación:

- Instalación al aire: un cable unipolar a temperatura ambiente de 60 °C; con una disposición que permita una buena renovación del aire (soportado por apoyos separados o por bandeja metálica perforada)
- Instalación sobre superficie: un cable unipolar directamente posado sobre una superficie de baja conductividad térmica, temperatura ambiente de 60 °C.
- Instalación de cables adyacentes a superficie: a temperatura ambiente de 60ºC.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- En todos los casos se supone un circuito de corriente contínua.

La caída de tensión está calculada con una temperatura del conductor de 120 ºC. Para condiciones de instalación diferentes hay que aplicar los factores de corrección adecuados (ver apartado 6.2).

nº x Sección mm²	Int. Aire A	Int. Sobre superficie A	Int. Adyacente a superficies A	Caída Tensión V/A·km
1 x 4	55	52	44	14,3
1 x 6	70	67	57	9,49
1 x 10	98	93	79	5,46
1 x 16	132	125	107	3,47
1 x 25	176	167	142	2,23
1 x 35	218	207	176	1,58
1 x 50	276	262	221	1,10
1 x 70	347	330	278	0,772
1 x 95	416	395	333	0,585
1 x 120	488	464	390	0,457
1 x 150	566	538	453	0,368
1 x 185	644	612	515	0,301
1 x 240	775	736	620	0,228

Tabla 1

6.2 Factores de corrección

Las intensidades admisibles se han de multiplicar por los factores de corrección adecuados cuando las condiciones de instalación difieran de las indicadas en el punto 6.1.

Factores de corrección para temperaturas diferentes de 60°C.

T. Aire (ºC)	Hasta 60	70	80	90
Factor	**1**	0,92	0,84	0,75

Tabla 2

6.3 Groups

Para los factores de reducción de grupos de acuerdo con la norma IEC 60364-5-52, se aplicará la Tabla A.52-17.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

7. Dimensiones

En la tabla 3 se indican los diámetros y pesos detallados para cada cable.

nº x Sección mm²	Diámetro (1) mm	Peso kg/km
1 x 4	5,4	60
1 x 6	6,0	80
1 x 10	7,0	120
1 x 16	8,2	180
1 x 25	10,2	280
1 x 35	11,5	375
1 x 50	13,3	520
1 x 70	15,0	715
1 x 95	17,0	925
1 x 120	18,7	1.170
1 x 150	21,0	1.470
1 x 185	23,5	1.800
1 x 240	26,3	2.340

Tabla 3

(1) Las tolerancias en los diámetros exteriores son:

Cables de diámetro d ≤ 7 mm. → -0,1 +0,2 mm

Cables de diámetro 7 < d < 10 mm. → -0,1 +0,3 mm

Cables de diámetro d ≥ 10 mm. → -0,2 +0,4 mm

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Zertifikat *Certificate*

TÜVRheinland®

Zertifikat Nr. *Certificate No.*
R 60113828

Blatt *Page*
0001

Ihr Zeichen *Client Reference*	Unser Zeichen *Our Reference*	Ausstellungsdatum	*Date of Issue*
	0010--21243325 001	13.10.2016	*(day/mo/yr)*

Genehmigungsinhaber *License Holder*
TOP CABLE S.A.
P.A.E. Can Sant Joan
Leonardo da Vinci 1
08191 Rubi - Barcelona
Spain

Fertigungsstätte *Manufacturing Plant*
AKAN Cables S.L.
P.L. Plans de la Sala,Parcela 11
08650 Barcelona
Spain

Prüfzeichen *Test Mark*

TÜVRheinland® CERTIFIED
Type Approved
Safety
Regular Production Surveillance
www.tuv.com
ID 1111210601

Geprüft nach *Tested acc. to*
EN 50618:2014

Zertifiziertes Produkt (Geräteidentifikation)
Certified Product (Product Identification)

Lizenzentgelte - Einheit
License Fee - Unit

PV-Cables

Identification:	TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K	16
Code designation:	H1Z2Z2-K	
Rated diameter:	2,5 mm²; 4,0 mm²; 6,0 mm²; 10,0 mm²; 16,0 mm²; 25,0 mm²	
Rated voltage:	AC U0/U 1,0/1,0 kV	
Rated voltage:	DC 1500 V (conductor-conductor and conductor-earth)	
Max. permitted voltage:	DC 1,8 kV	
Light transmission:	82,1 %	
Ambient temperature:	-40 °C to +90 °C	
max. Core temperature:	+120 °C @ 20.000 h	
Material of Insulation:	Halogene Free thermosetting rubber	
Material of Sheath:	Halogene Free thermosetting rubber	
Colour of Sheath:	black	

16

Dem Zertifikat liegt unsere Prüf- und Zertifizierungsordnung zugrunde und es bestätigt die Konformität des Produktes mit den oben genannten Standards und Prüfgrundlagen. Zusätzliche Anforderungen in Ländern, in denen das Produkt in Verkehr gebracht werden soll, müssen zusätzlich betrachtet werden. Die Herstellung des zertifizierten Produktes wird überwacht.
This certificate is based on our Testing and Certification Regulation and states the conformity of the product with the standards and testing requirements as indicated above. Any additional requirements in countries where the product is going to be marketed have to be considered additionally. The manufacturing of the certified product is subject to surveillance.

Zertifizierungsstelle

TÜV Rheinland LGA Products GmbH · TÜVRheinland® Zertifizierungsstelle

Guido Volberg

TÜV Rheinland LGA Products GmbH, Tillystraße 2, 90431 Nürnberg
Tel.: +49 221 806-1371 e-mail: cert-validity@de.tuv.com
Fax: +49 221 806-3935 http://www.tuv.com/safety

10/020 fr 04.08 ® TÜV, TUEV and TUV are registered trademarks. Utilisation and application requires prior approval.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303993. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Zertifikat *Certificate*

TÜVRheinland®

Zertifikat Nr. *Certificate No.*
R 60113828

Blatt *Page*
0002

Ihr Zeichen *Client Reference*	**Unser Zeichen** *Our Reference*	**Ausstellungsdatum** *Date of Issue*
	0010--21243325 002	29.11.2016 *(day/mo/yr)*

Genehmigungsinhaber *License Holder*
TOP CABLE S.A.
P.A.E. Can Sant Joan
Leonardo da Vinci 1
08191 Rubi - Barcelona
Spain

Fertigungsstätte *Manufacturing Plant*
AKAN Cables S.L.
P.L. Plans de la Sala, Parcela 11
08650 Barcelona
Spain

Prüfzeichen *Test Mark*

TÜVRheinland® CERTIFIED
Type Approved
Safety
Regular Production Surveillance
www.tuv.com
ID 1111210601

Geprüft nach *Tested acc. to*
EN 50618:2014

Zertifiziertes Produkt (Geräteidentifikation)
Certified Product ***(Product Identification)***

Lizenzentgelte - Einheit
License Fee - Unit

PV-Cables

as page 0001
Amendment

additional Colour of sheath: RED

Dem Zertifikat liegt unsere Prüf- und Zertifizierungsordnung zugrunde und es bestätigt die Konformität des Produktes mit den oben genannten Standards und Prüfgrundlagen. Zusätzliche Anforderungen in Ländern, in denen das Produkt in Verkehr gebracht werden soll, müssen zusätzlich betrachtet werden. Die Herstellung des zertifizierten Produktes wird überwacht.
This certificate is based on our Testing and Certification Regulation and states the conformity of the product with the standards and testing requirements as indicated above. Any additional requirements in countries where the product is going to be marketed have to be considered additionally. The manufacturing of the certified product is subject to surveillance.

Zertifizierungsstelle

TÜV Rheinland LGA Products GmbH · TÜVRheinland® · Zertifizierungsstelle

Guido Volberg

TÜV Rheinland LGA Products GmbH, Tillystraße 2, 90431 Nürnberg
Tel.: +49 221 806-1371 e-mail: cert-validity@de.tuv.com
Fax: +49 221 806-3935 http://www.tuv.com/safety

10/020 04.08 ® TUV, TUEV and TUV are registered trademarks. Utilisation and application requires prior approval.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303993. Fecha Visado: 28/09/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

AENOR

Certificado de Conformidad
Certificate of Conformity

A28/000041

AENOR certifica que, a petición de | AENOR certifies that, on request of

TOP CABLE, S.A.

Domicilio social / Registered office	PARC ACTIVITATS ECONÒMIQUES CAN SANT JOAN, CL LEONARDO DA VINCI, 1 08191 RUBÍ (Barcelona - Spain)
se ha ensayado el producto	Cable flexible unipolar con aislamiento y cubierta reticulados, para uso en Sistemas Fotovoltaicos (1,5 kV CC)
the product	Single-core flexible cable, with crosslinked insulation and sheath. For use in Photovoltaic Systems (1,5 kV DC)
y ha resultado conforme con has been tested and found to comply with	IEC 62930:2017
Designation	H1Z2Z2-K
Trade Mark	TOP CABLE 5 TOPSOLAR PV
Restriction	From 1x1,5 mm^2 to 1x240 mm^2.
Centro de producción / Production site	POLIGONO INDUSTRIAL PLANS DE LA SALA, CALLE INDEPENDENCIA, 9 08650 SALLENT (Barcelona - Spain)
Esquema de evaluación	Este certificado de conformidad es el resultado de ensayar muestras del producto de acuerdo con las normas indicadas.
Assessment scheme	This Certificate of Conformity is the result of testing samples of the product submitted, in accordance with the provisions of the above mentioned standards.
Fecha de emisión / First issued on	2021-07-15

Rafael GARCÍA MEIRO
Director General / CEO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Original Electronic Certificate

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

AENOR

Certificado de Conformidad
Certificate of Conformity

A28/000039

AENOR certifica que, a petición de | AENOR certifies that, on request of

TOP CABLE, S.A.

Domicilio social / Registered office	PARC ACTIVITATS ECONÒMIQUES CAN SANT JOAN, CL LEONARDO DA VINCI, 1 08191 RUBÍ *(Barcelona - Spain)*
se ha ensayado la / has been tested	Resistencia al Agua de los Cables Eléctricos Flexibles Water Resistance of Flexible Electrical Cables
de acuerdo con according to	Ensayo Eléctrico: Anexo D, UNE-EN 50525-2-21:2012 *(Annex D, EN 50525-2-21:2011)* Propiedades Mecánicas de la cubierta tras inmersión en agua: Anexo E, UNE-EN 50525-2-21:2012 *(Annex E, EN 50525-2-21:2011)*
Designation Trade Mark Restriction	H1Z2Z2-K TOPSOLAR PV 1x6 mm^2
Centro de producción / Production site	PARC ACTIVITATS ECONÒMIQUES CAN SANT JOAN, CL LEONARDO DA VINCI, 1 08191 RUBÍ *(Barcelona - Spain)*
Esquema de evaluación Assessment scheme	Este certificado de conformidad es el resultado de ensayar muestras del producto indicado de acuerdo con las normas de ensayo mencionadas más arriba. El resultado ha sido conforme. This certificate of conformity is the result of testing samples of the product submitted, in accordance with the provisions of the above mentioned testing standards. The results meet the requirements.
Fecha de emisión / First issued on	2021-03-18

Rafael GARCÍA MEIRO
Director General / CEO

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

Original Electronic Certificate

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

AENOR

Certificate of constancy of performance

CE

0099

0099/CPR/B85/0565

In compliance with Construction Products Regulation 305/2011/EU of the European Parliament and of the Council, of 9 March 2011, the notified body AENOR *(n. 0099)* has issued this certificate to

TOP CABLE, S.A.

registered office	PARC ACTIVITATS ECONÒMIQUES CAN SANT JOAN, CL LEONARDO DA VINCI, 1 08191 RUBÍ *(Barcelona - España)*
Certified performance	Reaction to Fire of power electric cables for general applications in construction Works.
Harmonised Standard	EN 50575:2014 EN 50575:2014/A1:2016
Designation	H1Z2Z2-K
Trade Mark	TOP CABLE F TOPSOLAR PV; 362
Reaction to Fire Class	Cca-s1b,d2,a1
Cross-sectional Range	1x4 mm^2; 1x6 mm^2; 1x10 mm^2; 1x16 mm^2; 1x25 mm^2.
Rated Voltage	1,5/1,5 kV DC
Generic Power Cable Family	Single core sheathed *(unarmoured)*
Production site	PI PLANS DE LA SALA, PARCELA 11 08650 SALLENT *(Barcelona - España)*
Certification scheme	This certificate attests that all provisions under system 1+ concerning the assessment and verification of performance of the declared reaction to fire and its constancy described in Annex ZZ of the harmonised standard are applied. This certificate will remain valid until its validity date, provided that the test methods and/or factory production control requirements included in the harmonised standard, used to assess the performance of the declared characteristics, do not change, and the product, and the manufacturing conditions in the plant are not modified significantly.
First issued on	2020-02-05
Validity date	2023-02-05

Rafael GARCÍA MEIRO
Chief Executive Officer

Original Electronic Certificate

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

Control body accredited by ENAC. Accreditation number: 1/C-PR356

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

X-VOLT RHZ1-OL 18/30kV Cu

1. Objeto

Este documento define las características técnicas y constructivas de los cables tipo RHZ1-OL 18/30kV Cu+H16 fabricados por Top Cable.

2. Diseño

Este tipo de cables está diseñado, fabricado y comprobado de acuerdo con la norma IEC 60502-2[1].

3. Campo de utilización

Cable para instalaciones fijas. Adecuado para el transporte y distribución de energía eléctrica en redes de media tensión. Libre de halógenos. Apto para instalaciones interiores, exteriores y enterrado.



4. Características

Tensión nominal: 18/30 (36) kV

Temperatura mínima de servicio: -15 °C

Temperatura mínima de instalación: 0 °C

Temperatura máxima del conductor: 90 °C

Temperatura máxima en cortocircuito: 250 °C (max 5 s)

Radio de curvatura: 15 x Ø exterior

Libre de halógenos: según UNE-EN 50267[2]

[1] IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV).

[2] UNE-EN 50267: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5. Constitución general del cable

5.1 Conductor

Conductor de cobre electrolítico recocido, formación clase 2 según EN 60228 / IEC 60228[3].

Opcionalmente se colocan hebras higroscópicas para obtener obturación longitudinal en el conductor (cables tipo -2OL).

5.2 Pantalla semiconductora interior

Pantalla sobre el conductor de compuesto semiconductor termoestable, colocada simultáneamente con el aislamiento en triple extrusión.

5.3 Aislamiento

Aislamiento de polietileno reticulado, tipo DIX-3 según la norma HD 620-1 y tipo XLPE según la norma IEC 60502-2. Reticulado en línea catenaria con atmósfera de nitrógeno.

5.4 Pantalla semiconductora exterior

Pantalla sobre el aislamiento de compuesto semiconductor termoestable, colocada simultáneamente con el aislamiento en triple extrusión. Pelable.

Opcionalmente, y a petición del cliente, puede suministrarse no pelable (adherida al aislamiento).

5.5 Pantalla metálica

Pantalla metálica de alambres de Cu y contraespira de cinta de Cu, colocados en hélice sobre la semiconductora externa, de 16 mm^2 de sección mínima.

5.6 Obturación longitudinal

Cinta higroscópica colocada sobre la pantalla.

5.7 Cubierta exterior

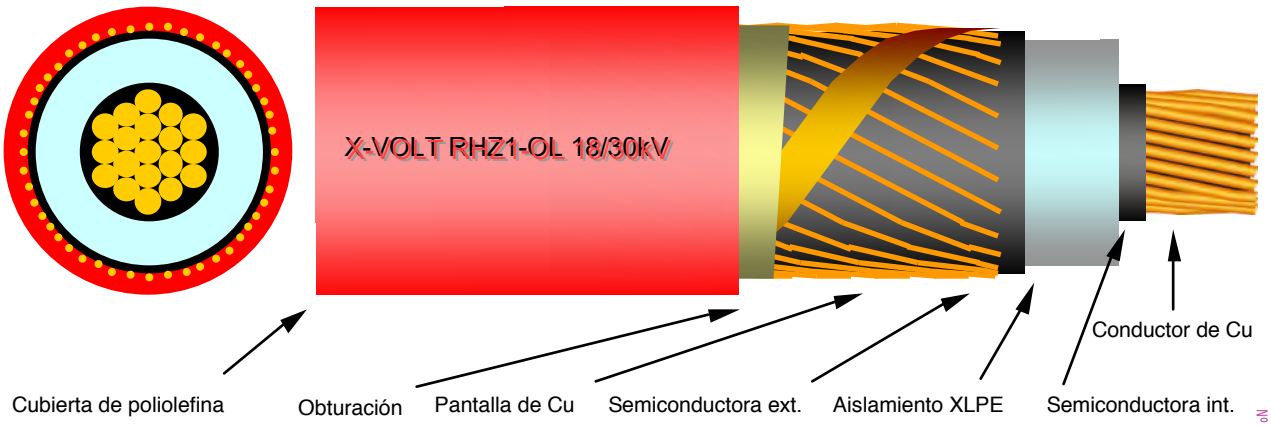
Cubierta exterior de poliolefina, tipo DMZ1 según la norma HD 620-1 y tipo ST7 según la norma IEC 60502-2, de color rojo.

[3] EN 60228 / IEC 60228: Conductores de cables aislados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

X-VOLT RHZ1-OL 18/30kV Cu

5.8 Esquema



6. Intensidades admisibles

6.1 Intensidades en servicio normal

En la tabla 1 se indican las intensidades y parámetros eléctricos detallados para cada cable.

Las intensidades máximas, en amperios, se han calculado según la norma UNE 211435[4] en las condiciones que se indican a continuación:

- Instalación al aire: una terna de cables unipolares en contacto mutuo y una temperatura ambiente de 40 °C; protegido del sol y con una disposición que permita una buena renovación del aire (soportado por apoyos separados o por bandeja metálica perforada)

- Instalación enterrada: una terna de cables unipolares en contacto mutuo directamente enterrados a 1 m de profundidad, temperatura del terreno de 25 °C y resistividad térmica del suelo de 1,5 ºK·m/W.

- En todos los casos se supone un circuito trifásico.

La reactancia (X) está calculada a 50 Hz y considerando una terna de cables unipolares en contacto mutuo (disposición en triángulo o trébol).

Para condiciones de instalación diferentes hay que aplicar los factores de corrección adecuados (ver apartado 6.3).

[4] UNE 211435: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Sección mm^2	X Ω/km	C µF/km	Int. Aire A	Int. Enterrado A
1 x 50	0,150	0,131	220	180
1 x 70	0,141	0,148	275	225
1 x 95	0,135	0,160	335	265
1 x 120	0,129	0,175	385	300
1 x 150	0,125	0,185	435	340
1 x 185	0,121	0,198	500	380
1 x 240	0,115	0,221	590	440
1 x 300	0,112	0,236	680	490
1 x 400	0,104	0,279	790	560
1 x 500	0,103	0,285	930	630
1 x 630	0,098	0,322	1110	720

Tabla 1

6.2 Intensidades en cortocircuito

La corriente máxima que puede soportar un cable en cortocircuito depende del tiempo de respuesta de los dispositivos de protección. Para calcular la intensidad admisible hay que multiplicar la sección nominal del cable por la densidad de corriente dada en la tabla 2, según la norma UNE 21192 / IEC 949[5].

Tiempo (s)	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
A/mm^2	452	320	261	202	143	117	101	90	83

Tabla 2

6.3 Factores de corrección

Las intensidades admisibles se han de multiplicar por los factores de corrección adecuados cuando las condiciones de instalación difieran de las indicadas en el punto 6.1.

[5] UNE 21192 / IEC 949: Cálculo de las intensidades de cortocircuito técnicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En la tabla 3 se indican los factores de corrección para temperaturas del aire diferentes de 40°C.

T. Aire (ºC)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Factor corr.	1,18	1,14	1,10	1,05	**1**	0,95	0,89	0,84	0,77

Tabla 3

En la tabla 4 se indican los factores de corrección para temperaturas del suelo diferentes de 25°C.

T. Suelo (ºC)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Factor corr.	1,11	1,07	1,04	**1**	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Tabla 4

En la tabla 5 se indican los factores de corrección para resistividades del terreno, que depende de la humedad, diferentes de 1,5 °K·m/W (calculados para un cable de 240 mm^2).

Grado de humedad	Muy húmedo	Húmedo	Algo seco	Seco	Muy seco	Muy seco
Resist. térmica (ºK·m/W)	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Factor corrección	1,29	1,18	**1**	0,88	0,80	0,73

Tabla 5

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

X-VOLT RHZ1-OL 18/30kV Cu

7. Dimensiones

En la tabla 6 se indican los diámetros y pesos detallados para cada cable.

Sección mm^2	Pantalla mm^2	Ø conductor mm	Ø aislamiento mm	Ø exterior mm	Peso kg/km
1 x 50	H16	8,0	25,4	33,9	1315
1 x 70	H16	9,9	27,3	36,4	1603
1 x 95	H16	11,3	28,7	37,8	1899
1 x 120	H16	13,0	30,4	39,5	2184
1 x 150	H16	14,2	31,6	40,9	2568
1 x 185	H16	15,8	33,2	42,5	2979
1 x 240	H16	18,5	35,9	45,1	3582
1 x 300	H16	20,3	37,7	47,0	4182
1 x 400	H16	25,5	42,9	52,0	5120
1 x 500	H16	26,2	43,6	52,7	6072
1 x 630	H16	30,7	48,1	57,2	7603

Tabla 6

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Sumcab Specialcable Group
P.I. Pla de Llerona - Gran Bretanya 29
08520 Les Franqueses del Vallès
Barcelona I Spain I European Union
www.sumcab.com I sumcab@sumcab.com

Expect High Performance

Sumsave® H1Z2Z2-K 1,5/1,5 (1,8) kV

Solar cable, direct buried, TÜV approved



The picture shown are not to scale and may not necessarily be an accunate reproduction of the cable design

Design

Cable suitable for the interconnection of the various elements of photovoltaic systems. Suitable for fixed installation outside and inside without protection or inside pipes, ducts or similar closed systems, in direct or indirect buried installation and in environment subjected to partial or total water submersion.
High resistance against Ozone, U.V rays, oils, moisture, weather inclemencies.

Cosntruction

Conductor:	Flexible Aluminium class 5
Insulation:	Insulation cross-linked special compound.(HFFR)
Color:	Natural colour - White
Outer sheath:	Outer sheath cross-linked special compound. (HFFR)
Color:	Black

Technical data

Operating voltage (AC) Uo/U:	1,0/1,0 kV
Operating Voltage (DC) Uo/U	1,5/1,5 Kv
Max. PV system voltage (DC):	1,8 kV
Test voltage (AC/DC):	6 kV/10 kV
Max. Conductor temperature:	120 °C
Operating temperature:	-30 °C a 90 °C
Short circuit temperature:	250 °C (max. 5 sec on conductor)
Bending radius:	6 x outer diameter

Special properties

Construction acc. EN 50618 standard TÜV approved.
Flame retardant acc. IEC 60332-1
Flame propagation test acc. IEC 60332-3-24 (Cat. C)
Low smoke acc. IEC 61034-2
Low halogen emission acc. IEC 60754-1
Low corrosiveness acc. IEC 60754-2

N x S (mm²)	Insulation thickness (mm)	Outer sheath thickness (mm)	Outer diameter aprox. (mm)	Weight aprox. (kg/km)	Conductor resistance at 20°C (Ω/km)	Conductor resistance at 90°C (Ω/km)	Continuous rated current at 20ºC (A)
1x6	0,70	0,80	6,50	45	≤ 4,61	≤ 5,91	47
1x10	0,70	0,80	7,40	60	≤ 3,08	≤ 3,95	63

All product values are nominal unless otherwise specified

Customer Acceptance		
Date:	Name: Firm:	Company seal:

The information cantained in this document must not be copied, reproduced in any form, in whole or in part, without the written consent of Sumcab. The information believed to be correct at the time of issuance. Sumcab reserves the right to modify this specificationm without prior notice. This specification is not contractually valid unless specifically authorized by Sumcab.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

ANEXO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: [illegible]
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

INGECON **SUN**

InverterStation
1,500 Vdc

MEDIUM VOLTAGE INVERTER STATION, CUSTOMIZED UP TO 6.55 MVA

From 1.17 to 6.55 MVA

This brand new medium voltage solution integrates all the devices required for a multi-megawatt system.

Maximize your investment with a minimal effort

Ingeteam's Inverter Station is a compact, customizable and flexible solution that can be configured to suit each customer's requirements. It is supplied together with up to four photovoltaic inverters. All the equipment is suitable for outdoor installation, so there is no need of any kind of housing.

Higher adaptability and power density

This PowerStation is now more versatile, as it presents the MV transformer integrated into a steel base frame together with the MV switchgear. Moreover, it features the greatest power density on the market: 317 kW/m^3.

Plug & Play technology

This MV solution integrates power conversion equipment –up to 6.55 MVA-, liquid-filled hermetically sealed transformer up to 36 kV and provision for low voltage equipment. The MV Skid is delivered pre-assembled for a fast on-site connection with up to four PV inverters from Ingeteam's B Series central inverter family.

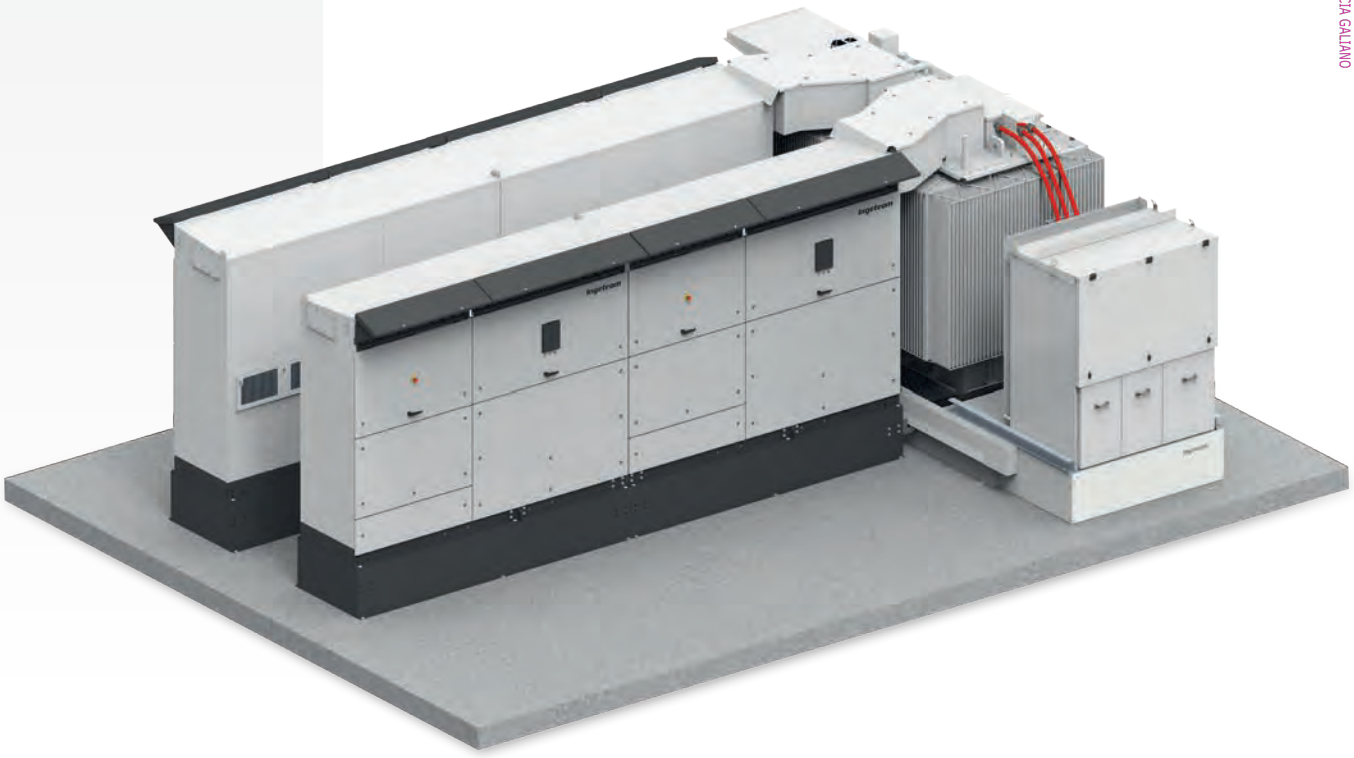
Complete accessibility

Thanks to the lack of housing, the inverters, the switchgear and the transformer can have immediate access. Furthermore, the design of the B Series central inverters has been conceived to facilitate maintenance and repair works.

Maximum protection

Ingeteam's B Series central inverters integrate the latest generation electronics and a much more efficient electronic protection. Apart from that, they feature the main electrical protections and they deploy grid support functionalities, such as low voltage ride through capability, reactive power deliverance and active power injection control.

Furthermore, the electrical connection between the inverters and the transformer is fully protected from direct contact.



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. El Colegiado: 18414. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

Medium voltage inverter station, customized up to 6.55 MVA

CONSTRUCTION

- Steel base frame.
- Suitable for slab or piers mounting.
- Compact design, minimizing freight costs.

STANDARD EQUIPMENT

- Up to four inverters with an output power of 6.55 MVA.
- Liquid-filled hermetically sealed transformer up to 36 kV.
- Oil-retention tank.
- Frame for installation of LV equipment.
- Minimum installation at project site.

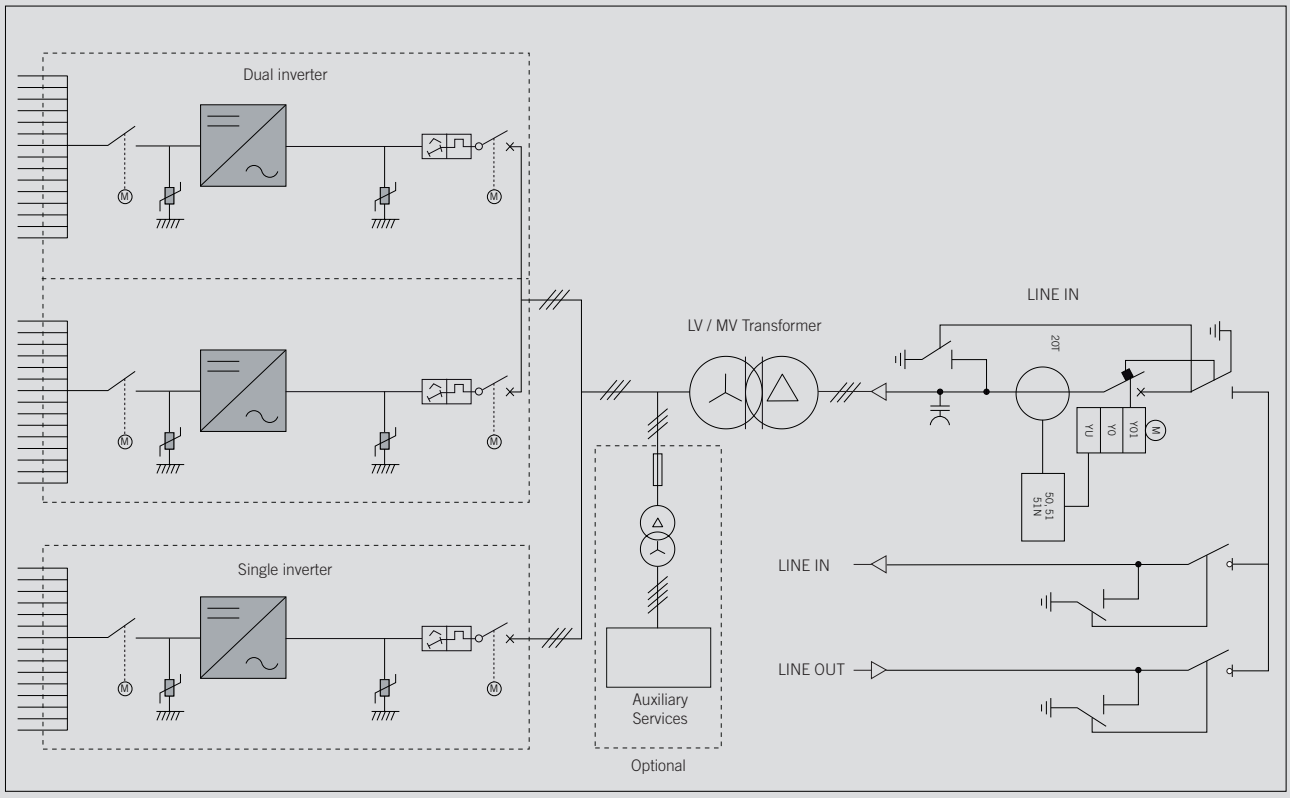
OPTIONS UPON REQUEST

- Low voltage distribution panel.
- Power plant commissioning.
- High-speed Ethernet / fibre optic communication infrastructure for Plug & Play connection to the Power Plant Controller and/ or SCADA systems.
- INGECON® SUN StringBox with 16 / 24 / 32 input channels. Intelligent or passive string combiner box.
- Sand trap kit.
- Meteo station.
- Energy meter for auxiliary services and/or energy production.
- Insulation monitoring relay for continuous monitoring of IS systems insulation.
- Reactive power regulation when there is no PV power available.
- Ground connection of the PV array.

	MSK19 - Single Inverter	MSK19 - Dual Inverter	MSK19 - Single + Dual Inverter	MSK19 - Double Dual Inverter
Number of inverters	1	2	3	4
Max. power @30 °C / 86 °F[1]	1,793 kVA	3,586 kVA	5,379 kVA	6,548 kVA
Rated power @50 °C / 122 °F[1]	1,613 kVA	3,227 kVA	4,840 kVA	5,892 kVA
Skid Size	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft
Max. estimated skid weight (without inverters)	10 tons	16 tons	21 tons	26 tons
Voltage class	24 - 36 kV	24 - 36 kV	24 - 36 kV	24 - 36 kV
Installation altitude[2]	Up to 4,500 m (14,765 ft)	Up to 4,500 m (14,765 ft)	Up to 4,500 m (14,765 ft)	Up to 4,500 m (14,765 ft)
Operating temperature range	-20 °C to +57 °C / -4 °F to +135 °F	-20 °C to +57 °C / -4 °F to +135 °F	-20 °C to +57 °C / -4 °F to +135 °F	-20 °C to +57 °C / -4 °F to +135 °F

Notes: [1] Power referring to the model INGECON® SUN 1800TL B690, except for the four inverter solution, for which the power rating is referring to the model INGECON® SUN 1640TL B630
[2] For installations beyond 1,000 m (3,280 ft), please contact Ingeteam's solar sales department.

Configuration with three B Series PV inverters



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO AZAFRÁN II

Estudio de Gestión de Residuos

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1. Justificación y Alcance 1
2. Marco legislativo 2
2.1. Normativa nacional 2
2.2. Normativa autonómica 2
3. Definiciones 3
4. Fases del proyecto 6
5. Ficha técnica de la obra 7
6. Residuos generados en la obra 7
7. Medidas de prevención y minimización de residuos 8
8. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación 9
9. Medidas para la separación de residuos 11
10. Estimación de residuos a generar 12
11. Pliego de condiciones 18
12. Presupuesto 24

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. Justificación y Alcance

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el proyecto de ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra. considerando básicamente las fracciones:
    - Residuos peligrosos
    - Hormigón.
    - Ladrillos, tejas, cerámicos.
    - Metal
    - Madera
    - Vidrio
    - Plástico
    - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Por otro lado, de acuerdo con las Declaraciones de Impacto Ambiental, todos los residuos que se puedan generar durante las obras se gestionarán adecuadamente según su calificación y codificación debiendo quedar el entorno libre de cualquier elemento artificial.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2. Marco legislativo

La legislación genérica que aplica en la gestión de residuos es la que viene reflejada a continuación.
La no presencia de alguna legislación en esta lista no implica que esté excluida si aplica.

2.1. Normativa nacional

Se deberá considerar la normativa en vigor considerando su última modificación según el BOE:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases, y por el que se modifica el Reglamento para su desarrollo y ejecución, aprobado por el Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases por el que se aprueba el reglamento para el desarrollo y ejecución de la Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, sobre Normativa General sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

2.2. Normativa autonómica

- Decreto 148/2008, de 22 de julio, del Gobierno de Aragón por el que se aprueba el catálogo Aragonés de Residuos.
- Decreto 2/2006, de 10 de enero del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de producción, posesión y gestión de residuos industriales no peligrosos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Decreto 236/2005, de 22 de noviembre del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de producción, posesión y gestión de residuos peligrosos.
- Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición.
- Decreto 133/2013, de 23 de julio, del Gobierno de Aragón, de simplificación y adaptación a la normativa vigente de procedimientos administrativos en materia de medio ambiente. (Comunicación previa inicio actividad producción de residuos).

3. Definiciones

- **Residuo:** cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- **Residuos domésticos:** residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.
- Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.
- Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.
- **Residuos comerciales:** residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- **Residuos industriales:** residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.
- **Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- **Aceites usados:** todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.
- **Biorresiduo:** residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.
- **Residuo de construcción y demolición:** cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- **Residuo inerte:** aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- **Obra de construcción o demolición:** la actividad consistente en:
    - 1.º La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
    - 2.º La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.
- Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:
    - Plantas de machaqueo.
    - Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento.
    - Plantas de prefabricados de hormigón.
    - Plantas de fabricación de mezclas bituminosas.
    - Talleres de fabricación de encofrados.
    - Talleres de elaboración de ferralla.
    - Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra.
    - Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.
- **Obra menor de construcción o reparación domiciliaria**: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.
- **Residuos urbanos o municipales**: los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.
- **Residuos peligrosos:** aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- **Prevención:** el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.
- **Productor de residuos de construcción y demolición:**
    - La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
    - La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
    - El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.
- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- **Gestor:** la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.
- **Gestión:** la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- **Reutilización:** el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- **Reciclado:** la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.
- **Valorización:** todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Tratamiento previo:** proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.
- **Eliminación:** todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Recogida:** toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- **Recogida selectiva:** el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- **Almacenamiento:** el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.
- **Vertedero:** instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.
- **Suelo contaminado:** todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

4. Fases del proyecto

Fase 1: Obra Civil, comprendiendo:

- Preparación de los terrenos.
- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
- Construcción de los accesos y viales internos.
- Excavaciones de zanjas para cables.
- Cimentación de los centros de transformación.
- Hincado de la estrutura soporte de los paneles fotovoltaicos.
- Vallado perimetral de la instalación.

Fase 2: Montaje:

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Pruebas necesarias para la correcta ejecución del módulo de generación fotovoltaico.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- Se procurará realizar los menores movimientos de tierras posibles para la correcta implantación del módulo de generación fotovoltaico, minimizando la gestión de las mismas.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisará en principio de cimentaciones de hormigón.
- Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5. Ficha técnica de la obra

Las características generales de la obra para el proyecto del MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO AZAFRÁN II de 7,22 MWp, son los siguientes:

- Localización: Término Municipal de Azuara.
- Tipo de obra: Se trata de la ejecución de una planta solar fotovoltaica y su línea de evacuación.
- Existencia o no de demolición: En un análisis preliminar no se ha detectado estructura existente a demoler. Con anterioridad a la ejecución de los trabajos se hará una campaña más exhaustiva.
- Superficie de la obra: La superficie de actuación es de aproximadamente 16,23 Ha.

6. Residuos generados en la obra

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en una obra de estas características:

Tierras y pétreos:

- 17.05.04. Tierras limpias y materiales pétreos. Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

RCD:

RCD de naturaleza pétrea:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.01.03 Tejas y materiales cerámicos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétrea:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, Restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

- Residuos peligrosos:
  - 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados y sepiolita en caso de que haya un derrame.
  - 15.01.11 Aerosoles
  - 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
  - 17.05.03. Tierras contaminadas
  - 20.01.21 Tubos fluorescentes
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

7. Medidas de prevención y minimización de residuos

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras.

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

8. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos.
Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 1. Destino de residuos generados

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 03	Tejas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
20 01 21	Tubos fluorescentes	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
17 05 03	Tierras contaminadas	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, que se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.
Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.
Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

9. Medidas para la separación de residuos

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.

- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal : 2 t
- Madera :1 t
- Vidrio : 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías, como mínimo se contemplará lo siguiente:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.
- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, 1 contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

10. Estimación de residuos a generar en fase de construcción

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.
Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado. Atendiendo a las características del proyecto del módulo de generación fotovoltaico, así como del emplazamiento.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo 0. Residuos procedentes de la demolición de la edificación existente.
- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo 0. Residuos procedentes de la demolición de la edificación existente.
Escombros procedentes de la demolición de la edificación existente ubicada en medio del módulo de generación fotovoltaico.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno
Desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizada en su totalidad, o bien, porque la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero. En dicha medición también se ha de tener en cuenta que se acopiará parte de la cobertura vegetal para el proceso de restitución de los terrenos. Esta partida está incluida en el acondicionamiento del terreno.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación
Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.
Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)
Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.
La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra
Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.
En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros
Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.
A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno
02 01 07 Residuos de la silvicultura
Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del proyecto.

Tierras y pétreos procedentes de demolición.
Naturaleza pétrea 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas
En un análisis preliminar no se ha detectado estructura existente a demoler. Con anterioridad a la ejecución de los trabajos se hará una campaña más exhaustiva.

Tierras y pétreos procedentes de excavación.
17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos
Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias.

Cimentaciones:

Tabla 2. Estimación de residuos procedentes excavación de cimentaciones

Cimentaciones	m^3
Centros de transformación	0,72
Edificaciones	4,86
Cámaras de seguridad	0,17
Estaciones meteorológicas	0,02
Poste vallado	4,73

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Zanjas existentes en la implantación:

Tabla 3. Estimación de residuos procedente excavación de zanjas

Zanjas	m^3
String	1067,34
String + BT	932,86
BT	1197,78
MT	3245,34
Perimetral	3105,3448

Cunetas de drenaje:

Tabla 4. Estimación de residuos procedente excavación cunetas

Cunetas	m^3
Cuneta drenaje	56,73

Residuos resultantes del movimiento de tierras:

Tabla 5. Estimación de residuos procedente de movimiento de tierras

Movimiento de tierras	m^3
Desmonte - Terraplén	323,1

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 10% va al vertedero (90% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m3:

Tabla 6. Estimación de residuos procedentes de excavación

	m^3	Tn
17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	1013,20	3215,69

RCD resultantes de la ejecución de la obra.

RCD de naturaleza pétrea

17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:

Tabla 7. Estimación residuos hormigón cimentaciones

Cimentaciones	m^3
Centro de transformación	0,72
Edificaciones	4,86
Cámaras de seguridad	0,17
Estaciones meteorológicas	0,02
Poste vallado	4,73

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2.400 kg/m³. Considerando que se produce un residuo del 10 %:

Tabla 8. Estimación total de residuos en Hormigón de cimentaciones

	m³	Tn
17 01 01 Hormigón	67,24	161,38

17 01 02 Ladrillos
En esta obra no se generará residuos de ladrillos.
RCD de naturaleza no pétrea
17 02 01 Madera
Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.
17 02 02 Vidrio
Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.
17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC
Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.
17 04 05 Hierro y acero
En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.
17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas
Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.

Otros residuos:
20 01 01 Papel y cartón
Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje.
20 01 39 Plásticos
Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.

Residuos Peligrosos

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 9. Estimación de Residuos Peligrosos

Residuo	m^3	Tn
13 07 01 Fuel oil y gasoleo	0,0004	0,0004
13 02 05 Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	0,0394	0,0381
15 02 02 Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	0,0022	0,0019

En resumen, la estimación de los residuos generados en el proyecto, son los siguientes:

Tabla 10. Estimación residuos totales

Residuo	LER	Tn
Madera	17 02 01	21,2453
Plástico	17 02 03	1,4724
Chatarra	17 04 05	5,8898
Cable aluminio	17 04 07	2,0387
Res. Construcción	17 09 04	1886,12
Papel y cartón	20 01 01	1,8931
Res. Mezclados	20 01 99	0,1052
Residuos peligrosos	Varios	0,0404

11.Estimación de residuos a generar en fase de operación

Los trabajos de operación y mantenimiento de un parque de explotación dan lugar a una serie de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Par esta fase la estimación de los residuos generados en el proyecto, son los siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 11. Estimación residuos totales

Residuo	LER	Tn/año
Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	13 02 08	0,030
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	15 01 10	0,030
Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz sólida y porosa peligrosa (por ejemplo, amianto)	15 01 11	0,030
Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	15 02 02	0,030

12. Pliego de condiciones

Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un **Plan de Gestión de Residuos**. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El productor de los residuos (contratista) facilitará al (promotor) toda la **documentación acreditativa** de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de **documentos de aceptación** por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- El contratista deberá acreditar haber cumplido el requisito de comunicación previa al inicio de la actividad de producción de residuos peligrosos o no peligrosos en caso de que se generen más de 1000 t/año, y estar inscrito en el Registro de Producción y Gestión de Residuos de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- El gestor de residuos deberá emitir un **certificado acreditativo** de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el **documento de entrega** al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el **Documento de Control y Seguimiento**.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir **notificación** al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

Respecto a la segregación de los residuos:

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:

    - Hormigón: 80 t
    - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
    - Metal: 2 t
    - Madera: 1 t
    - Vidrio: 1 t
    - Plástico: 0,5 t
    - Papel y cartón: 0,5 t

- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.
- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).

- Los residuos peligrosos siempre separar en origen.

- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular):

    - Definir una zona específica.
    - No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- ¿Dónde situarlo?
  - En el exterior bajo cubierta,
  - Dentro de la nave,
  - en intemperie en envases herméticamente cerrados

- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:

  - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
  - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
  - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
  - Alejado de la red de saneamiento

- Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia. Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:

  - 1 recipiente/cada tipo de residuo
  - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
  - Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.

- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información

  - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
  - Fechas de envasado.
  - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos, se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
  - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
  - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
  - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
  - Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.

- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Requisitos generales de traslado (RD 553/2020):

    - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

        - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
        - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
        - Periodicidad estimada de los traslados.
        - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
        - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
        - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

    - Número de documento de identificación.
    - Número de notificación previa.
    - Fecha de inicio del traslado.
    - Información relativa al operador del traslado.
    - Información relativa al origen del traslado.
    - Información relativa al destino del traslado.
    - Características del residuo que se traslada.
    - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
    - Otras informaciones.

- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

    1. Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
    2. Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
    3. El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
    4. En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,
5. En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.

- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

- Comunicación previa regulada por el Decreto 133/2013 de 23 de julio sección segunda del Gobierno de Aragón ante INAGA y cuyo Registro es a nivel Autonómico.

- Según la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular:
  - o - art. 15. No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

- Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

Tabla 12. Documentación generada

FASE	Documentación	Legislación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 7/2022 (art. 35)
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	Ley 7/2022 (art.63 y 64)
	Documentos de aceptación *	
	Documentos de Control y Seguimiento *	Ley 7/2022
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	Ley 7/2022
	Hoja de control de Pequeñas cantidades de residuos (solo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

* Se deben guardr durante cinco años

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

13.Presupuesto

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tabla 13. Presupuesto de gestión de residuos

GESTIÓN DE RESIDUOS	Medición	Unidades	Coste unitario	Coste total
Residuos peligrosos de acuerdo a estudio de gestión de residuos	0,040	Ton	487,66 €	19,70 €
Hormigón de acuerdo a estudio de gestión de residuos	161,38	Ton	67,71 €	10.927,02 €
Ladrillos, tejas, cerámicos de acuerdo a estudio de gestión de residuos	0,11	Ton	67,71 €	7,12 €
Cartón de acuerdo a estudio de gestión de residuos	1,89	Ton	163,74 €	309,98 €
Madera de acuerdo a estudio de gestión de residuos	21,25	Ton	83,10 €	1.765,50 €
Plástico de acuerdo a estudio de gestión de residuos	1,47	Ton	52,32 €	77,04 €
Metal de acuerdo a estudio de gestión de residuos	5,89	Ton	18,47 €	108,77 €
Yeso de acuerdo a estudio de gestión de residuos	0,11	Ton	58,48 €	6,15 €
Mezcla de acuerdo a estudio de gestión de residuos	0,11	Ton	67,71 €	7,12 €
Especial de acuerdo a estudio de gestión de residuos	2,10	Ton	58,48 €	123,01 €
Tierras limpias y materiales pétreos de acuerdo a estudio de gestión de residuos	1722,43	Ton	2,36 €	4.060,81 €

El presupuesto de la gestión de residuos del módulo de generación fotovoltaico asciende a la cantidad de DIECISIETE MIL CUATROCIENTOS DOCE CON VEINTITRÉS CENTIMOS (**17.412,23 €**).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRAN II

Anejo Ambiental

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: [illegible]
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN....2
2. MEDIDAS AMBIENTALES....2
2.1. Refugios terrestres para microfauna....2
2.2. Hoteles de insectos....3
Hoteles....3
Areneros....4
2.3. Zonas verdes....5
Pantalla vegetal....5
Hidrosiembra....7
2.4. Vallado perimetral....8
3. PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS....9

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. INTRODUCCIÓN

La instalación de cualquier infraestructura en el medio natural supone un impacto sobre la fauna debido al deterioro y fragmentación del hábitat de especies autóctonas, que puede ocasionar una disminución en su abundancia y una pérdida de biodiversidad.

En este anejo se describen las actuaciones del MÓDULO FOTOVOLTAICO AZAFRAN II para el proyecto de hibridación del parque eólico del mismo nombre, planteadas en fase de desarrollo y con las que se pretende mitigar las afecciones sobre el medio ambiente. Estas medidas están encaminadas a la creación o mejora de hábitats adecuados que favorezcan la presencia de herpetofauna, insectos, aves y mamíferos. Todo ello repercutirá de forma positiva sobe la productividad de los cultivos y la biodiversidad de las zonas naturales cercanas a la planta.

El módulo de generación fotovoltaico Azafrán II se encuentra localizado en un mosaico de terrenos de cultivo. El área agrícola dominada por cultivos de secano. El módulo está conformado por un vallado que encierra una superficie de 16,23 ha, donde están dispuestos los módulos fotovoltaicos en una instalación de 7,215 MWp y 6,548 MWn.

2. MEDIDAS AMBIENTALES

2.1 Refugios terrestres para microfauna

Los refugios terrestres son imprescindibles para la supervivencia de la microfauna: reptiles y mamíferos. Como consecuencia de la instalación de infraestructuras en el medio natural se destruyen los refugios naturales del entorno, lo que puede provocar un empobrecimiento de las especies presentes en la zona. La microfauna utiliza estos refugios para protegerse frente a depredadores y para refugiarse en su interior aprovechando los microclimas que se generan en su interior.

La construcción de estos refugios artificiales, son una medida encaminada a recuperar la microfauna del entorno de la planta fotovoltaica. Estos refugios pueden ser constituidos por grava, montones de arena, tocones, ramas o árboles caídos y piedras.

Se realizará un círculo de piedras de aproximadamente 1 metro de diámetro que se irá rellenando con piedras de diferente tamaño y tierra, que mantendrá mayor humedad y suavizará las temperaturas. Las piedras a utilizar serán de diferentes tamaños emulando los muretes de piedra seca, colocando principalmente piedras de entre 15 y 50 cm de longitud y otras de menor medida entre ellas. Se apilarán creando una estructura de 3 ó 4 niveles de altura.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO



Fig. 1. Refugio para fauna.

Se propone la instalación de un total de **3 refugios terrestres** o majanos.

2.2 Hoteles de insectos

En los últimos años se ha observado un declive en las poblaciones de insectos. Entre las diferentes causas podemos encontrar la destrucción del hábitat, cambios en el uso del suelo, el uso indiscriminado de productos químicos como insecticidas, fungicidas y herbicidas, el cambio climático, que provoca modificaciones en la distribución y fenología de especies de flora y fauna y la introducción de especies exóticas o invasoras. En el especial, los abejorros del género *Bombus* son especialmente sensibles a estos cambios.

La mayoría de las especies de plantas con flor son polinizadas por diferentes especies de animales. Al construir refugios para facilitar el refugio y reproducción de ciertos insectos polinizadores se contribuye no únicamente al propio aumento de su abundancia y diversidad, sino también para el aumento de la diversidad de especies de flora, el control de plagas de cultivos y por lo tanto a la mejora de toda la cadena trófica y la biodiversidad de planeta.

La mayoría de las especies de abejas presentes en el España, así como de otros insectos polinizadores o auxiliares, son especies solitarias, que construyen su refugio utilizando diferentes recursos naturales para almacenar alimento y para la puesta de sus larvas

Hoteles

La construcción de hoteles de insectos con los materiales que ellos mismos utilizan como refugio es una medida para el aumento de la biodiversidad en el entorno.

En el mercado pueden encontrarse modelos de diferentes tamaños y diseños, cuyo precio varía entre 10 y 30€ aproximadamente:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Fig. 1. Ejemplos de distintos modelos de hoteles de insectos disponibles en el mercado

Deben orientarse hacia el sur o suroeste, a una altura de mínima de 50 cm del suelo, a ser posible protegidos de las inclemencias del tiempo y próximos a zonas de planta con flor. Se vigilará la presencia de telarañas en las cajas-nidos eliminándolas cuando sean detectadas para evitar la depredación de los insectos por parte de diferentes especies de arañas.

Los hoteles se dispondrán entorno al vallado perimetral de la planta fotovoltaica, en el interior de la planta fotovoltaica próximos a la pantalla vegetal, se propone la construcción de **3 hoteles de insectos**.

Areneros

Especies de abejas y abejorros de los géneros *Andrena, Anthophora o Halictu* nidifican en el suelo, para las que se pueden construir areneros que podrán ser colonizados por estas especies y por reptiles que pueden utilizarlo como lugar de puesta.

Para ello se delimita un pequeño espacio sin hierba o con tierra batida o arena. Se colocan unas cuantas piedras grandes o cuatro troncos de madera que delimiten el espacio donde en adelante no se podrá pisar. Finalmente se vierten uno o dos carros de arena de miga en el interior.

Los areneros se dispondrán entorno al vallado perimetral de la planta fotovoltaica, en el interior de la planta fotovoltaica próximos a la pantalla vegetal. Se propone la creación y colocación de 3 **areneros** a lo largo del vallado perimetral.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Fig. 2. Ejemplos de arenero delimitado por estacas.

2.3 Zonas verdes

Uno de los objetivos de las medidas previstas en el presente Anejo de Medidas Ambiental responde a la necesidad de buscar soluciones para la defensa contra la posible erosión generada como consecuencia de la realización de las obras de construcción. Una medida evidente que minimiza el impacto ocasionado por las obras sobre el valor agroecológico de los suelos es la recogida, acopio y tratamiento de dicho suelo. El uso de este material es de gran importancia en las labores de revegetación, ya que es el medio óptimo para la reimplantación de la cubierta vegetal, y que se usará para cualquier tipo de revegetación que se lleve a cabo.

Por otro lado, una de las causas del declive de los insectos polinizadores es la pérdida de biodiversidad de plantas silvestres. Por esta razón la creación de setos con plantas que atraen polinizadores contribuirá a la diversificación de los insectos del entono de la planta fotovoltaica.

En las zonas perimetrales la creación de una pantalla vegetal favorecería la biodiversidad vegetal y con ello ayudaría a todo el ecosistema.

Dentro del perímetro de la planta fotovoltaica, las parcelas donde no se ha instalado ninguna infraestructura podrán ser colonizadas espontáneamente por vegetación herbácea. Para favorecer esta colonización se puede ayudar mediante hidrosiembra.

En aquellas zonas donde sea necesario evitar la presencia excesiva de vegetación para el funcionamiento y mantenimiento de la instalación la gestión de la vegetación se realizará mediante medios mecánicos o manuales sin la utilización de herbicidas u otros compuestos químicos, priorizando el control mediante el pastoreo.

Pantalla vegetal

La instalación de las plantas fotovoltaicas supone un impacto visual sobre el paisaje en zonas poco antropizada. Para mitigar este impacto visual se llevará a cabo la implantación de una pantalla

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

vegetal en el perímetro de las plantas, con especies autóctonas propias del medio natural, haciendo especial hincapié en aquellas zonas con mayor visibilidad como lindes con viviendas o arroyos.

La zona de implantación corresponde con un mosaico de terrenos de cultivos de secano.

La pantalla vegetal consistirá en la creación de islas arbustivas o bosquetes compuestos por especies de flora autóctona potencial o presentes en el ámbito del proyecto. Además, para la elección de las especies a utilizar en esta pantalla vegetal se ha tenido en cuenta especies que atraigan y beneficien a los polinizadores silvestres, con diferentes periodos de floración: especies de floración temprana (*Prunus dulcis, Cistus clusii, Lithodora fruticosa),* de floración intermedia (*Santolina chamaecypaissus, Thymus vulgaris)* y de floración tardía o perenne (*Salvia rosmarinus, Foenicium vulgare, Cichorium intybus*).

Además, se colocarán piedras de diferentes tamaños entre la pantalla vegetal para favorecer los diferentes hábitats que puedan usar la fauna. La ubicación final de los bosquetes se decidirá en la fase final de la obra, no obstante, se puede ver en la figura 3 una ubicación aproximada de la propuesta. En total se han estimado **72 bosquetes** de pantalla vegetal a lo largo de todo el perímetro del vallado exterior, con un total de **18766,16 m²**.

Estos bosquetes se encuentran repartidos por toda la instalación en zonas donde no moleste con el equipamiento. No obstante, las especies arbóreas, de mayor porte, deberán ser plantadas en todo caso en la zona norte o en la zona exterior para asegurarse de que no producirán sombra sobre los módulos.



Fig. 3. Simulación de bosquetes de origen natural a implementar en el módulo fotovoltaico Fuentes I.

La relación de las especies a utilizar se expone en las siguientes tablas.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE ESPECÍFICO
Retama escoba	*Retama sphaerocarpa*
Almendro	*Prunus dulcis*
Rosales salvajes	*Rosa canina*
Sabinas o enebros	*Juniperus phoenicia* o *Juniperus oxycedrus*
Romero	*Salvia rosmarinus*
Espino negro	*Rhamnus lycioides*

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Coscoja	*Quercus Coccifera*

Tabla 1 Especies arbustivas aptas para la cubierta vegetal

NOMBRE COMÚN	NOMBRE ESPECÍFICO
Tomillo	*Thymus vulgaris*
Romero	*Salvia rosmarinus*
Lino	*Linum narbonense*
Gamón	*Asphodellus fistulosus*
Trigo sarraceno	*Horemum murinum*
Panícula	*Bromus rubens*
Marrubio	*Marribium vulgare*
Llantenes	*Plantago sp.*
Aliaga	*Genista scorpius*
Verbenaca	*Salvia verbenaca*
Hierba de las siete sangrías	*Lithodora fruticosa*
Escobizo	*Dorycnium pentaphillum*
Abrotano	*Santolina chamaecyparissus*
Lavanda	*Lavandula latifolia*
Hinojo	*Foenicium vulgare*
Achicoria	*Cichorium intybus*

Tabla 2 Especies herbáceas y de bajo porte aptas para la cubierta vegetal

Hidrosiembra

La hidrosiembra consiste en aportar sobre el terreno una solución acuosa, más o menos concentrada, en donde se encuentra la semilla y otros componentes. Dicho aporte puede realizarse a notable distancia del terreno, mediante su propulsión por bombeo a presión desde la hidrosembradora, lográndose una distribución uniforme de la mezcla de semillas y demás componentes seleccionados.

Las especies que se han escogido para la hidrosiembra son las siguientes:

Hidrosiembra 25g/m^2		
FAMILIA	**ESPECIE**	**%**
Graminae	*Hordeum vulgare*	20
	Agropyrum desertorum	15
Leguminosae	*Vicia sativa*	10
	Onobrychis viciifolia	15
	Medicago sativa	15
Fabaceae	*Melilotus officinalis*	10
Poaceae	*Brachypodium phoenicoides*	15

Tabla 3 Porcentaje de las especies para la hidrosiembra.

Se llevarán a cabo siembras de semillas con una proporción mínima de leguminosas (25%), crucíferas y compuestas. Estas siembras se realizarán dentro del vallado contando la pantalla vegetal, y evitando las zonas que tienen que estar libre de vegetación (edificios de la instalación y viales internos), los bosquetes antes descritos y los módulos fotovoltaicos, que se espera que se vayan revegetando con el tiempo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Esto implica una superficie máxima estimada de 1,89 ha como máximo teniendo en cuenta la pantalla vegetal.



Fig. 4. Ubicación de las medidas propuestas.

2.4 Vallado perimetral

El vallado de la instalación será de tipo cinegético con un paso inferior de 20 cm para favorecer el tránsito de fauna y con cuadros inferiores de tamaño mínimo de 300 cm^2. De esta forma se permitirá el paso de aves y otros animales asegurando la conectividad y evitando la fragmentación de hábitats.

Por otra parte, estos vallados deben ser señalizados para evitar la colisión de las aves. Para ello se instalarán en la parte superior y media del vallado, flejes o cintas de anchura mínima de 15 mm y color visible o placas metálicas o de plástico de 25cm x 25 cm colocadas al tresbolillo. La longitud total del vallado perimetral es de 3152 m, con un poste metálico cada 3 m. Se colocará una placa en cada vano de 3 metros, que suman un total de 1050 placas.

El vallado carecerá de elementos cortantes o punzantes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

3 PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS

En la siguiente tabla se detalla el desglose de las actuaciones de las medidas complementarias y su presupuesto previsto.

Descripción	Unidades	Superficie (m^2)	Precio unitario (m^2)	TOTAL (Eur)
Revegetación por hidrosiembra		18920	0,79	14.946,8
Arena de miga 1 m3	3		31,46	94,38
Hoteles de insectos	3		40	120,00
Ud planta Plantación en alveolo forestal <250cm3		18766,16	0,4	7506,46
Señalización vallado	1.050		2	2.100
TOTAL				24767,64

Tabla 4. Presupuesto total de las medidas complementarias.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRAN II

Permiso de acceso y conexión

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802525
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1.Antecedentes 2
2. Objeto y Alcance 2

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.Antecedentes

DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L. con CIF B88305057 es una sociedad perteneciente al Grupo Forestalia, promotora del parque eólico AZAFRAN II, de 7,42 MW.

El Real Decreto 23/2020, de 23 de junio, ha establecido la posibilidad de realizar proyectos de hibridación de las instalaciones de generación lo que contribuye a la reducción de costes y la optimización de la evacuación de energía, logrando un mayor aprovechamiento de la red existente, una mejor utilización del recurso renovable y unas mayores sinergias ambientales.

Con esta finalidad DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L. promueve el desarrollo de un módulo de tecnología fotovoltaica para su hibridación con el Parque Eólico AZAFRAN II.

El Parque Eólico AZAFRAN II cuenta con acceso y conexión a la Red de Transporte en la subestación FUENDETODOS 220 kV, concedida con fecha 22 de julio de 2022. Con fecha, 23 de febrero de 2023, se actualizo el permiso de acceso y conexión del proyecto eólico AZAFRAN II.

Con fecha 28 de marzo de 2023 el Gestor de Red informó a la promotora DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L, que la instalación híbrida AZAFRAN II puede considerarse la misma, a efectos de derechos acceso y conexión, cumpliendo así con lo establecido en el RD 1955/200, Anexo II y en el RD 1183/2020, Cap. VIII.

Con fecha 21 de junio de 2023, la Dirección General de Energía y Minas de Aragón confirma la adecuada constitución de la garantía depositada en la Caja de Depósitos como aval para la instalación del módulo fotovoltaico de hibridación AZAFRAN II.

Con fecha 5 de julio de 2023, la promotora solicita al Gestor de Red (Red Eléctrica de España) actualización de los datos de acceso y conexión para adecuarlos a la instalación hibridada. Esta solicitud está pendiente de resolución.

2. Objeto y Alcance

El presente anejo tiene por objeto poner en conocimiento de la Administración el estado de la acceso y conexión del proyecto, para lo cual incluye los siguientes documentos:

- Datos de conexión del parque eólico AZAFRAN II (ICCTC e IVCTC).
- Justificante del depósito de la garantía en la Caja de Depósitos.
- Confirmación de la Adecuada Constitución de la Garantía.
- Solicitud de actualización de acceso y conexión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

red eléctrica
Una empresa de Redeia

D.JOSÉ ANTONIO JIMÉNEZ DE LA CRUZ
DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE, S.L.

Asunto: Actualización de los permisos de acceso y conexión a la red de transporte en la subestación FUENDETODOS 220 kV de instalaciones de generación renovable.

(Complementa a comunicaciones indicadas en notas al pie de Tabla 1, consecuencia de la modificación de las características declaradas).

Ref.: *DDS.DAR.23_0386*

Estimados Sres.,

Hemos recibido su comunicación en la que nos solicitan actualización de acceso y conexión, en la subestación FUENDETODOS 220 kV, como consecuencia de la modificación de la ubicación de la instalación de generación renovable, según detalle de la Tabla 1.

NOMBRE DE INSTALACIÓN	P.INST [MW]	CAPACIDAD DE ACCESO [MW]	MUNICIPIOS	PROVINCIA	TITULAR	CÓDIGO DE PROCESO (*)
INSTALACIÓN PREVISTA CON PERMISO DE ACCESO Y CONEXIÓN ACTUALIZADOS POR LA PRESENTE						
PE AZAFRÁN II (i)	7,42	7,42	Azuara, Almonacid de la Cuba	Zaragoza	DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE, S.L.	RCR-2699-21

INSTALACIÓN DE ENLACE	POSICIÓN DE TRANSPORTE	INSTALACIÓN NO TRANSPORTE
(A compartir por instalaciones de generación)	Existente	Línea 220 kV Fuendetodos-CS Promotores (Tipo A según PO12.2)

*(**PE**): Parque eólico*

Capacidad de acceso de la instalación: corresponde con la potencia activa máxima inyectable a la red.

P.inst: Potencia instalada según RD413/2014.

(*) Código de proceso a utilizar en próximas comunicaciones con REE.
(i) Instalación con permiso de acceso otorgado en comunicación de referencia DDS.DAR.21_1340 de 28 de julio de 2021, con permiso de conexión otorgado en comunicación de referencia DDS.DAR.22_1479 de fecha 15 de julio de 2022 y actualizados por la presente.

Tabla 1. Instalación de generación y de enlace en la subestación FUENDETODOS 220 kV a la que aplica la presente comunicación.

A este respecto, se informa que procede la actualización de los permisos de acceso y conexión otorgados para la instalación descrita en la Tabla 1, manteniéndose la vigencia, las limitaciones y condicionantes establecidas en las comunicaciones indicadas en (i) como consecuencia de la modificación en la ubicación (anteriormente ubicado en Azuara).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Quedamos a su disposición para cualquier información adicional al respecto.

Atentamente,

Miguel de la Torre Rodríguez

Firmado digitalmente por Miguel de la Torre Rodríguez
Fecha: 2023.02.14 07:31:27 +01'00'

Fdo: Miguel de la Torre Rodríguez
Director de Desarrollo del Sistema

c.c.: *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico* *(Subdirección General de Energía Eléctrica)*
Gobierno de Aragón *(Dirección General de Energía y Minas)*
CNMC *(Subdirección de Energía Eléctrica)*

DO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

red eléctrica
Una empresa de Redeia

Dirección de Tramitaciones y Medio Ambiente
Departamento de Servicios para la Conexión
a la Red de Transporte

Actualización de permiso de conexión

Asunto: Actualización de los permisos de conexión otorgados en la SE FUENDETODOS 220 kV

Con fecha 25/10/2022 se recibió a través de la plataforma de gestión telemática una solicitud de actualización de los permisos de Acceso y Conexión en la SE FUENDETODOS 220 kV en la que se informa acerca de la modificación de la ubicación que afecta a la siguiente instalación:

- PE Azafrán II (RCR_2699_21)

Una vez analizada la solicitud de actualización les informamos de que las modificaciones declaradas en su solicitud no requieren la emisión de un nuevo Permiso de conexión para hacer efectiva la actualización del permiso de conexión. Por tanto, sigue siendo válido el Permiso de conexión emitido con fecha 10/07/2022. Procedemos a archivar la documentación recibida en su solicitud de actualización junto con la documentación original que acompaña al Permiso de conexión previamente mencionado.

El permiso de conexión otorgado quedará actualizado con la emisión de la comunicación de Actualización de Acceso y Conexión emitida por el Gestor de la Red de Transporte.

Antes de la puesta en servicio será necesario firmar el correspondiente Contrato Técnico de Acceso (CTA) y el Procedimiento para la Gestión de Trabajos y Coordinación de la Operación Local.

Julio Muñoz Florez (16 feb. 2023 09:32 GMT+1)

Luis Velasco Bodega (16 feb. 2023 09:40 GMT+1)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

D. Luis Velasco Bodega

Director de Tramitaciones y Medio Ambiente

Red Eléctrica de España

GOBIERNO DE ARAGON
Departamento de Hacienda y Administración Pública

RESGUARDO DE DEPÓSITO - CARTA DE PAGO

NºOperación : 2023001055

NºDoc.Contable : 4013001355

Importe euros: 131.000,00

Autoridad ante la que se constituye:

Sección: 255 Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial

Centro gestor:

Fecha del deposito : 12.04.2023

Garante:

CIF/NIF: W0070796H

Código SAP: 100082084

Nombre: ACCELERANT INSURANCE EUROPE SUCURSAL EN ESPAÑA

Depositante:

CIF/NIF: B88305057

Código SAP: 100077090

Nombre: DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L.

Domicilio : CL SERRANO 76 - 7°DR
28006 MADRID 660 407 504

Objeto: AA Autorizaciones Administrativas GARANTIA DEFINITIVA S/ART 23 RD 1183/2020,DE 29-12 AUTORIZAC. EXPLOTAC. INSTALAC HIBRIDA AZAFRAN II, TECNOLOG.EOLICA DE 7,42MWE Y TECNOLOG. FOTOVOLTAICA DE 6,55 MWE SITA EN TTMM DE AZUARA Y ALMONACID DE LA CUBA

Otros datos:

Tipo depósito: D Definitivo

Elemento PEP :

Número Expediente:

GOBIERNO DE ARAGON
DPTO. DE HACIENDA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
DIRECCIÓN GENERAL DE PRESUPUESTOS, FINANCIACIÓN Y TESORERÍA

Clase depósito: A0 Aval y Seguros **Nº:** AYXS-SPI-2023572510

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

GOBIERNO DE ARAGON
Departamento de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial

Dirección General de Energía y Minas

Edificio Pignatelli
Paseo de María Agustín, 36,
puerta 33, 2ª planta
50071 Zaragoza (Zaragoza)

Development Active Structure, SL
C/ Coso 33, planta 6

50003-Zaragoza (Zaragoza)

EPL/RSA

Asunto: Pronunciamiento sobre la adecuada constitución de la garantía económica prevista en el artículo 23 del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Nº Expediente: AV-ARA-00689

En esta Dirección General de Energía y Minas, con fecha 13 de abril de 2023 se ha presentado el resguardo acreditativo del depósito de la garantía económica previsto en el Artículo 23 del citado RD 1183/2020, constituido por **Development Active Structure, SL**, así como solicitud expresa para que este órgano se pronuncie sobre su adecuada constitución; al objeto de proceder a la tramitación de los procedimientos de acceso y conexión de instalaciones de generación de electricidad ante el gestor de red correspondiente.

Los resguardos acreditativos de las garantías económicas corresponden a las siguientes características:

Fecha registro entrada primer resguardo: 14/01/2022

Datos principales del resguardo actual de la garantía económica depositada	
Fecha presentación del resguardo:	**13/04/2023**
Nº Operación:	**2023001055**
Importe del depósito (euros):	**131.000,00 €**
Fecha del Depósito:	**12/04/2023**
Garante:	**ACCELERANT INSURANCE EUROPE SUCURSAL EN ESPAÑA**
Finalidad de la garantía:	**Obtención de la autorización de explotación**
Datos principales del resguardo anterior de la garantía económica depositada	
Fecha presentación del resguardo:	**14/01/2022**
Nº Operación:	**2022000007**
Importe del depósito (euros):	**296.800,00 €**
Fecha del Depósito:	**04/01/2022**
Garante:	**FIDELIS INSURANCE IRELAND DAC**
Finalidad de la garantía:	**Obtención de la autorización de explotación**

FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE por Carlos Javier Navarro Espada, Director General De Industria Y Pymes, DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA Y PYMES el 21/06/2023.
Documento verificado en el momento de la firma y verificable a través de la dirección http://www.aragon.es/verificadoc con CSV CSVXQ6F9IH4D41901PFI.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Datos principales de la instalación de generación de electricidad	
Titular de la instalación (depositante):	**Development Active Structure, SL**
NIF/CIF Depositante	**B88305057**
Nombre de la instalación:	**Azafrán II**
Potencia instalada:	**13,97 MW**
Conexión (RdT/RdD E. Distribuidora):	**RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA S.A.U.**
Módulo generación electricidad Nº1	**En proceso de tramitación administrativa**
Tecnología (Grupo y Subgrupo):	**B.2.1**
Potencia Instalada:	**7,42 MW**
Localización (Municipio/s):	**AZUARA y ALMONACID DE LA CUBA**
Localización (Provincia):	**Zaragoza**
Módulo generación electricidad Nº2	**Nuevo módulo de hibridación**
Tecnología (Grupo y Subgrupo):	**B.1.1**
Potencia Instalada:	**6,55 MW**
Localización (Municipio/s):	**AZUARA y ALMONACID DE LA CUBA**
Localización (Provincia):	**Zaragoza**
Instalación almacenamiento Nº1	
Tecnología:	
Potencia Instalada:	
Localización (Municipio/s):	
Localización (Provincia):	

Observaciones sobre la garantía:
Hibridación del parque eólico "Azafrán II" con permisos de acceso y conexión. *Se aporta pronunciamiento del gestor de red de fecha 28/03/2023 donde se confirma que la hibridación se trata de la misma instalación.*

De acuerdo con los datos consignados, la garantía económica depositada, ante la Caja de Depósitos del Gobierno de Aragón, para la tramitación de los procedimientos de acceso y conexión de instalaciones de generación de electricidad, cumple con los requisitos establecidos en el Real Decreto 1183/2020.

En consecuencia, por parte de esta Dirección General de Energía y Minas, como órgano competente para otorgar la autorización de la instalación, se **confirma la adecuada constitución de la garantía económica** presentada por parte de Development Active Structure, SL, al objeto de poder tramitar los procedimientos de acceso y conexión de la instalación denominada "Azafrán II".

Firmado electrónicamente

Carlos Javier Navarro Espada.
El Director General de Energía y Minas.

P.S. El Director General de Industria y PYMES (Orden del Vicepresidente y Consejero de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial de fecha 23 de marzo de 2023).

FIRMADO ELECTRÓNICAMENTE por Carlos Javier Navarro Espada, Director General De Industria Y Pymes, DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA Y PYMES el 21/06/2023.
Documento verificado en el momento de la firma y verificable a través de la dirección http://www.aragon.es/verificadoc con CSV CSVXQ6F9IH4D41901PFI.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

SOLICITUD DE ACTUALIZACIÓN DE ACCESO Y CONEXIÓN A LA RED DE TRANSPORTE
Declaración Responsable de modificaciones de características de instalaciones

Red Eléctrica de España S.A.U.

JOSÉ ANTONIO JIMÉNEZ DE LA CRUZ
DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE, S.L.
CIF: B88305057
C/ Coso 33, 7ª Planta
Tlfno: 976308449
generador@forestalia.com

Asunto: Solicitud de actualización de acceso (y conexión) a la red de transporte para las instalaciones de generación indicadas en la subestación FUENDETODOS 220kV

En nombre de la sociedad DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE, S.L., cuyos datos se indican en el encabezamiento, y que actúa como solicitante a título individual[1] en la subestación existente FUENDETODOS 220 kV para la posición (Seleccionar tipo de posición), se solicita actualización de acceso (y conexión) para las instalaciones de generación como consecuencia de las motivaciones que se indican a continuación sobre las instalaciones de la Tabla 1 cuyas modificaciones el solicitante declara y asegura cumplir:

- ☐ Desistimiento del permiso o solicitud de acceso de las instalaciones incluidas en la Tabla 1
- ☐ Modificación de la potencia instalada (RD 413/2014) de instalaciones según nuevos valores de la Tabla 2
- ☐ Modificación de la capacidad de acceso de instalaciones según nuevos valores de la Tabla 2
- ☐ Cambio de titularidad de instalaciones incluidas en la Tabla 2
- ☐ Cambio de ubicación para instalaciones de la Tabla 2 cuyo detalle se aporta en Tabla 3 (Ubicación)
- ☑ Hibridación de instalaciones de la Tabla 2 cuyo detalle se aporta en Tabla 3 (Ubicación) y Tabla 4 (Módulos)
- ☐ Modificación de la solución de conexión prevista a la red de transporte
- ☐ Resolución de observaciones reflejadas en el permiso de conexión.
- ☐ Otros cambios no indicados anteriormente incluidos en la documentación aportada (Indicar a continuación)

Descripción de Otros cambios indicados en el último punto

Nombre Instalación	Tecnología	Potencia [MW]		Municipio/s	Provincia	Nombre del titular	Código de proceso
		Instalada	Capacidad de acceso				
Instalación 1							
Instalación 2							

Tabla 1. Instalaciones con permisos previos de acceso (y conexión) para las que se comunica desistimiento por la presente.

[1] *En caso de indicar que actúa como representante de los titulares de las instalaciones reflejadas en la presente solicitud, debe aportar representación otorgada por dichos titulares.*

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificar. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

SOLICITUD DE ACTUALIZACIÓN DE ACCESO Y CONEXIÓN A LA RED DE TRANSPORTE
Declaración Responsable de modificaciones de características de instalaciones

	Nombre Instalación	Tecnología (*)	Potencia [MW]		Municipio/s	Provincia	Nombre del titular	Código de proceso	Situación de Gestión (**)
			Instalada	Capacidad de acceso					
Datos Previos	AZAFRAN II	EOLICA	7,42	7,42	Azuara, Almonacid de la Cuba	Zaragoza	DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE, S.L	RCR_2699_21	Estado (3)
Datos Nuevos	AZAFRAN II	Eólica y fotovoltaica (Hibridación)	13,97	7,42	Azuara, Almonacid de la Cuba	Zaragoza		RCR_2699_21	

(*) En caso de ser una hibridación indicar como tecnología "Hibridación" e indicar el detalle de los módulos de generación eléctrica que componen la instalación híbrida en la Tabla 4
(**) Se consigna Estado (N) de tramitación según proceda:
Estado (1): En servicio / Estado (2): Con CTA / Estado (3): Con permisos de acceso y conexión / Estado (4): Con permiso de acceso sin solicitud de permiso de conexión / Estado (5): Con permiso de acceso con solicitud de permiso de conexión realizado previamente

Tabla 2. Instalaciones que cuentan con permisos previos de acceso (y conexión), para las que se solicita actualización de acceso (y conexión) por modificación de características y para las que el solicitante declara y asegura cumplir con las condiciones de la DA14ª y Anexo II del RD1955/2000.

	Nombre Instalación	Municipio/s	Coordenadas UTM Centro geométrico instalación de generación			Distancia [km] entre Ubicación inicial y modificada
			X	Y	Huso	
Datos Previos	AZAFRAN II	Azuara, Almonacid de la Cuba	679687	4567940	30	7,72
Datos Nuevos	AZAFRAN II	Azuara, Almonacid de la Cuba	677124	4575231	30	

Tabla 3. Detalle complementario de instalaciones de la Tabla 2 con cambio de ubicación, para las que el solicitante declara y asegura cumplir con las condiciones de la DA14ª y Anexo II del RD1955/2000.

Nombre Instalación	Módulos de generación de la hibridación	Tecnología	Potencia [MW]		Capacidad de almacenamiento (MWh) (*)
			Instalada	Capacidad máxima del módulo	
AZAFRAN II	módulo	EOLICA	7,42	7,42	
	módulo	FOTOVOLTAICA	6,55	6,55	

(*) Indicar únicamente en casos de hibridaciones con instalaciones de almacenamiento

Tabla 4. Módulo de generación de electricidad que componen la instalación hibridada de la Tabla 2.

En cumplimiento de lo establecido en la normativa vigente, se aporta a través del Portal de Servicios a Clientes de Red Eléctrica de España, la presente comunicación firmada junto con la documentación requerida en la normativa vigente.

Firma electrónica del solicitante y fecha:

70346059F JOSE ANTONIO JIMENEZ DE LA CRUZ (R: B88305057)

Firmado digitalmente por 70346059F JOSE ANTONIO JIMENEZ DE LA CRUZ (R: B88305057)
Fecha: 2023.07.18 14:15:11 +02'00'

NOMBRE Y APELLIDOS DE FIRMANTE

INFORMACIÓN BÁSICA PROTECCIÓN DE DATOS DE CARÁCTER PERSONAL	
Responsable del tratamiento	Red Eléctrica de España, S.A.U.
Finalidad del tratamiento	Tramitación de solicitudes de registro para la consulta del estado de tramitación y gestión de las solicitudes de acceso y conexión existentes y la realización de nuevas solicitudes de acceso y conexión a la red de transporte, así como de nuevas solicitudes de acceso a la red de distribución con afección significativa sobre la red de transporte.
Legitimación	Los datos son tratados en base al consentimiento manifestado mediante la firma del presente documento.
Destinatarios de los datos (cesiones o transferencias)	No se cederán datos a terceros, con excepción de publicación en web o transmisión a promotores de coordenadas de contacto a los efectos de tramitación coordinada
Derechos	Ud. podrá ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, así como de limitación y oposición a su tratamiento, a través de la dirección de correo electrónico digame@ree.es incluyendo en el asunto "Protección de Datos" o por correo postal en el domicilio antes reseñado; asimismo podrá interponer una reclamación ante nuestro Delegado de Protección de Datos (dpd@ree.es) o ante la Autoridad de Control (en España, la AEPD)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20233893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Nº Colegiado: 18418. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALLANO. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.

Información ampliada	Puede ampliar la información sobre el tratamiento de datos personales en nuestra política de privacidad http://www.ree.es/es/politica-de-privacidad

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

Relación de bienes y derechos afectados

Madrid, junio 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: [illegible]
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1. Objeto 1
2. Datos del catastro 1
3. Obtención de las superficies 1
4. Clasificación de las superficies 1
   4.1. Ocupación definitiva 1
   4.2. Servidumbre de paso de zanja 2
   4.3. Servidumbre de paso para la vigilancia y conservación 3
   4.4. Ocupación temporal 3
   4.5. Superficie de no edificabilidad 3
   4.6. Superficie de ocupación definitiva 4
5. Tabla de **bienes** afectados 5
6. Listado de planos 6

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. Objeto

Se describen en el presente documento todos los trabajos necesarios para la elaboración de la necesaria relación de bienes y derechos (denominada RBDA de aquí en adelante) afectados como consecuencia de la redacción del Proyecto del Módulo de Generación Fotovoltaico AZAFRÁN II.

Los terrenos afectados pertenecen mayoritariamente a áreas catalogadas como “Labor o Labradío secano”, y en menor medida, “Pastos”, “Pinar maderable” y “Vía de comunicación de dominio público”.

2. Datos del catastro

Los datos consultados han sido obtenidos de la base a los parcelarios definidos por la Dirección General de Catastro "Secretaría de Estado de Hacienda", cuya información ha sido descargada en el día 30 de enero de 2023.

3. Obtención de las superficies

A partir del trazado en planta (correspondiente a caminos, vallados y zanjas), y del contraste de esta información con la información catastral, se ha obtenido la relación detallada de las parcelas afectadas total o parcialmente por las obras, y las superficies de las mismas objeto de este anejo.

En la relación individualizada de los bienes afectados que se acompaña en este documento, se expresa por columnas, los datos referentes a término municipal, número de polígono, número de parcela, referencia catastral, área, uso del suelo y superficies afectadas (ya sea ocupación definitiva, temporal, servidumbre de vuelo y/o servidumbre de paso.

Todo el proceso expuesto, se ha efectuado con herramientas y procesos informáticos, partiendo de la cartografía catastral y de los datos de la banda de ocupación del proyecto.

4. Clasificación de las superficies

4.1. Ocupación definitiva

Se considera ocupación definitiva:

- **Viales**

La ocupación máxima de los viales que se ejecutarán de nueva construcción y la ampliación de los existentes, incluye la superficie hasta el final de los taludes de los desmontes y terraplenes.

Las superficies de viales existentes no se han incluido como ocupación definitiva considerándose como servidumbre de paso.

Las superficies de viales existentes, de carácter público o no privativo, no se han incluido como ocupación definitiva **considerándose como servidumbre de paso.**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- **Módulo de generación fotovoltaica**

Superficie total, en metros cuadrados, que se ocupa en una parcela por la instalación de cualquier elemento del módulo de generación fotovoltaico, incluido el vallado, y en su caso, la zona perimetral que sea obligatoria.

- **Subestación Eléctrica**

Superficie total, en metros cuadrados, que se ocupa en una parcela por la construcción de la subestación.

- **Elemento Auxiliar de Línea**

Superficie total, en metros cuadrados, de aquellos elementos auxiliares necesarios para la infraestructura eléctrica: cámaras de empalme, arquetas, etc.

4.2. Servidumbre de paso de zanja

Área en metros cuadrados de la subparcela que debe reservarse como derecho de paso o acceso para construcción, vigilancia, conservación y reparación de las infraestructuras soterradas.

La servidumbre de paso de zanja para las líneas eléctricas enterradas dependerá del ancho de la sección tipo. La misma se ha calculado tomando una banda equivalente al ancho de la sección tipo correspondiente más una distancia a cada lado, incluyendo la superficie correspondiente de zanja.

Esta superficie será el resultado de la suma de:

Zanja subterránea + 2 m "zona 1" área lateral de zanja + 3,6 m "zona 2" área lateral de zanja.

La siguiente imagen muestra el detalle típico de zanja. En el caso de este proyecto, el ancho de zanja será de 0,6 m:

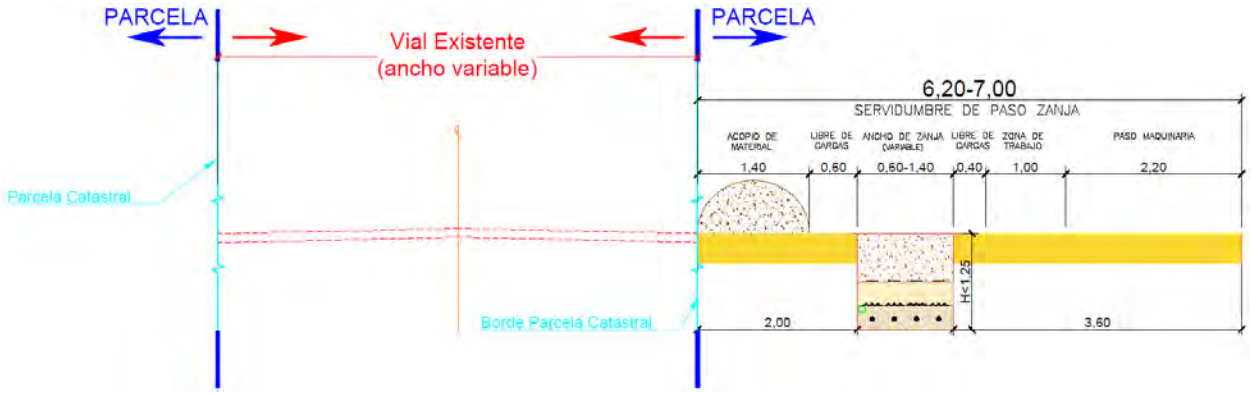


Ilustración 1: Sección transversal de detalle de servidumbre de zanja

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

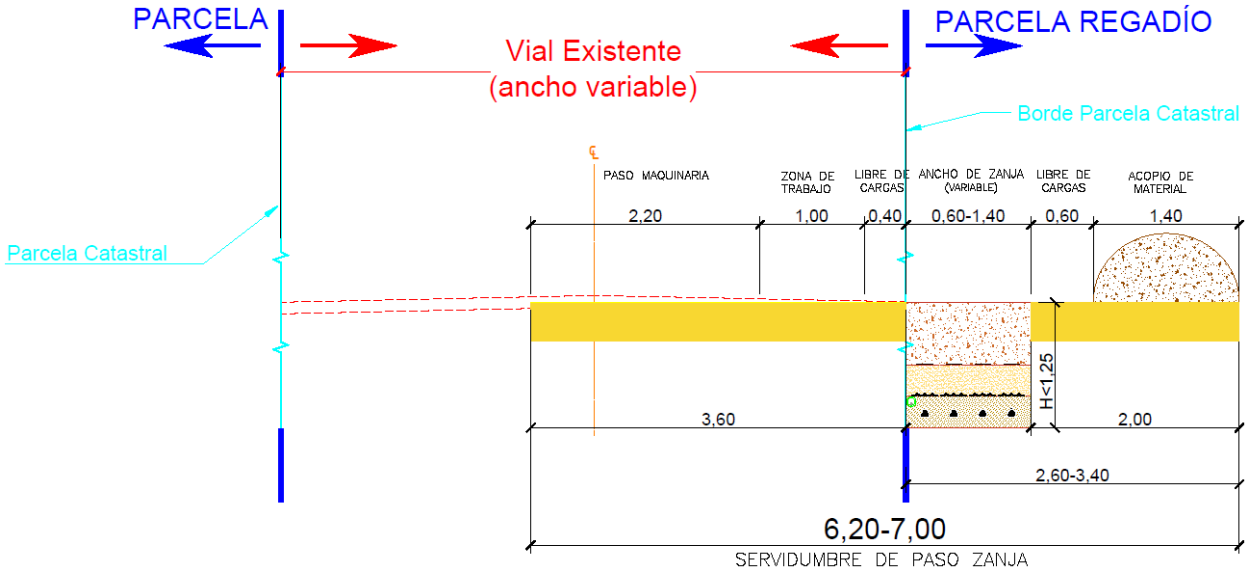


Ilustración 2: Sección transversal de detalle de servidumbre de zanja en terrenos de regadío y otros con condicionantes medioambientales especiales

4.3. Servidumbre de paso para la vigilancia y conservación

Área en metros cuadrados de la subparcela que debe reservarse como derecho de paso o acceso para construcción, vigilancia, conservación y reparación de instalaciones.

El acondicionamiento y cruce de los caminos existentes, de carácter público o no privativo, **se computará como servidumbre de paso.**

Esta superficie será el resultado de la suma de:

Viales definitivos (que sean de carácter público o no privativo) + Viales temporales + vuelo cable línea aérea (en caso de que exista) + Servidumbre de paso de zanja.

4.4. Ocupación temporal

Superficie total en metros cuadrados de la ocupación temporal de la afección en la subparcela, es decir, el área que se empleará para la construcción del proyecto, a modo de ejemplo, zonas eventuales que se ocupan durante la obra: campa, acopio de materiales, planta de hormigonado, zonas de giro para vehículos pesados, las áreas temporales de acopio de tierras junto a la traza de los viales en ejecución.

4.5. Superficie de no edificabilidad

Superficie total de afección en la que se delimita la zona de no edificabilidad.

Esta superficie será la constituida por:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Distancia de seguridad de las líneas aéreas (en caso de que exista. Ver ITC LAT-07)

4.6.Superficie de ocupación definitiva

Superficie total de afección por las superficies definitivas.

Esta superficie será el resultado de:

Viales definitivos (que sean de carácter público o no privativo) + superficie de subestación + superficie de afección del módulo de generación fotovoltaico + superficie elemento auxiliar de línea.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5. Tabla de bienes afectados

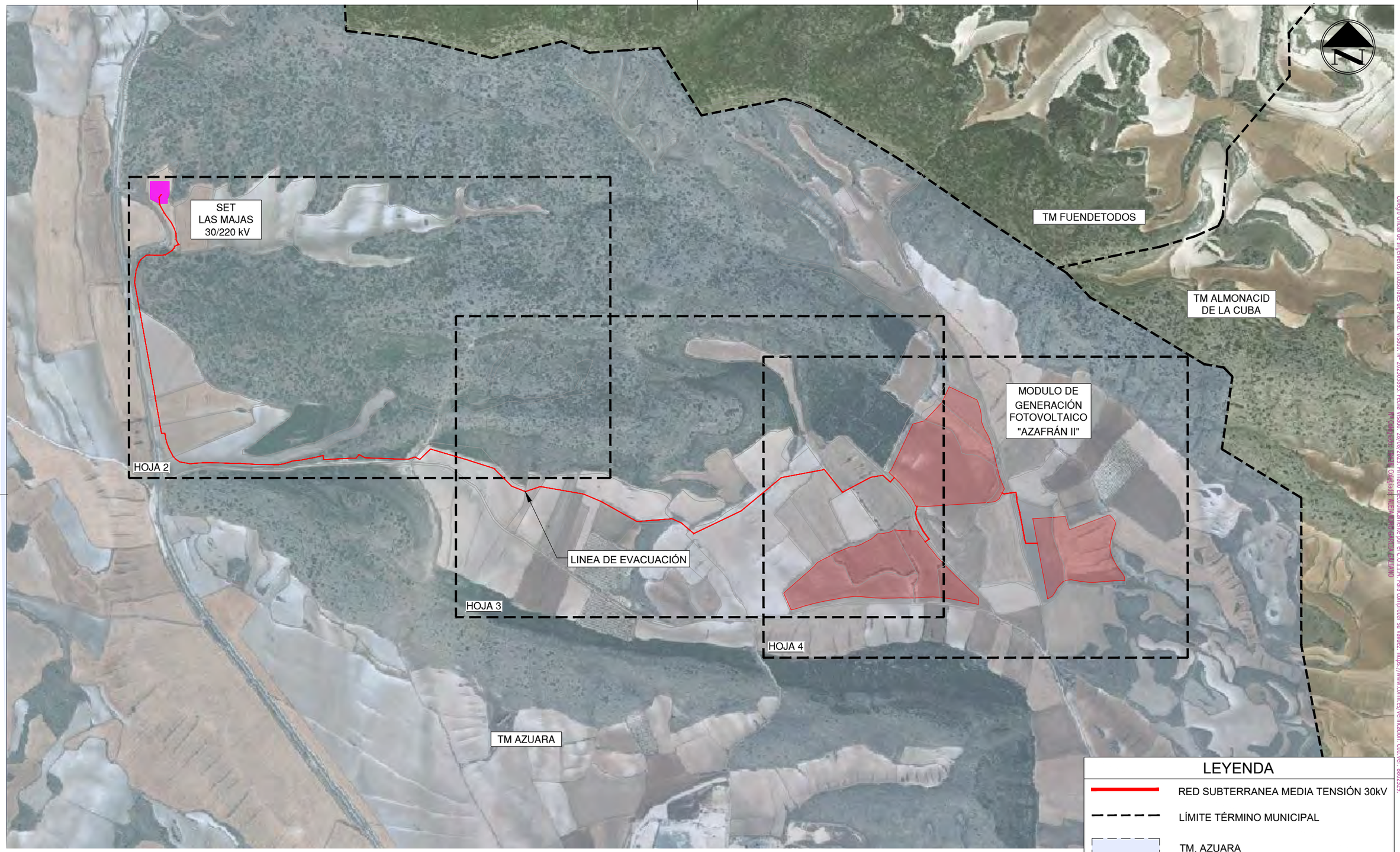
Nombre del proyecto	Tipo	Referencia catastral	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de cultivo de la subparcela	Nombre del Municipio	Superficies eventuales durante fase construcción (m2)	Longitud de Zanja (m)	Superficie de Zanja (m2)	Superficie de la Servidumbre de Paso de zanja (m2)	Longitud de los Viales (m)	Superficie Total de Viales (m2)	Superficie de Viales Definitivos (m2)	Superficie de Viales Temporales (m2)	Afección de Planta Fotovoltaica (m2)	Superficie de la Servidumbre de Paso para Vigilancia y Conservación (m2)	Superficie de Ocupación Definitiva (m2)	Superficie de Ocupación Temporal (m2)	Superficie Total de la Subparcela (m2)	Superficie Total de la Parcela (m2)
HIBAZ2	FV	50039A00700017	7	17	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	271,54	162,93	1691,76	0	0	0	0	0	1691,76	0	0	38870	38870
HIBAZ2	FV	50039A00700018	7	18	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	100,19	60,11	619,18	0	0	0	0	0	619,18	0	0	20665	20665
HIBAZ2	FV	50039A00700019	7	19	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	75,82	45,49	470,67	0	0	0	0	0	470,67	0	0	20792	20792
HIBAZ2	FV	50039A00700020	7	20	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	249,08	149,45	1538,62	0	0	0	0	0	1538,62	0	0	29672	29672
HIBAZ2	FV	50039A00700022	7	22	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	7,62	4,57	92,2	0	0	0	0	0	92,2	0	0	14408	14408
HIBAZ2	FV	50039A00700023	7	23	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	170,87	102,52	1011,86	0	0	0	0	0	1011,86	0	0	10214	10214
HIBAZ2	FV	50039A00700030	7	30	m	Pinar maderable	Azuara	0	655,4	393,23	4053,38	0	0	0	0	0	4053,38	0	0	2070269	2200050
HIBAZ2	FV	50039A00700031	7	31	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	345,27	207,17	2136,68	0	0	0	0	0	2136,68	0	0	27231	27231
HIBAZ2	FV	50039A00700033	7	33	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	46,93	28,16	293,4	0	0	0	0	0	293,4	0	0	4659	4659
HIBAZ2	FV	50039A00700034	7	34	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	59,15	35,49	366	0	0	0	0	0	366	0	0	13027	13027
HIBAZ2	FV	50039A00700036	7	36	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	30,26	18,16	187,29	0	0	0	0	0	187,29	0	0	7837	7837
HIBAZ2	FV	50039A00700037	7	37	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	28,51	17,11	113,29	0	0	0	0	0	113,29	0	0	5519	5519
HIBAZ2	FV	50039A00700039	7	39	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	251	150,05	1517,56	0	0	0	0	0	1517,56	0	0	26310	26310
HIBAZ2	FV	50039A00700040	7	40	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	6,69	4,55	141,21	0	0	0	0	0	141,21	0	0	8527	8527
HIBAZ2	FV	50039A00700043	7	43	b	Pastos	Azuara	0	27,35	16,38	104,61	0	0	0	0	0	104,61	0	0	15960	51993
HIBAZ2	FV	50039A00700043	7	43	c	Labor o Labradío secano	Azuara	0	1,44	1,11	37,06	0	0	0	0	0	37,06	0	0	13354	51993
HIBAZ2	FV	50039A00700046	7	46	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	398,21	238,93	2472,55	0	0	0	0	0	2472,55	0	0	91818	91818
HIBAZ2	FV	50039A00700048	7	48	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	25899,8	0	25899,8	0	31896	31896
HIBAZ2	FV	50039A00700058	7	58	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	231,4	138,03	1344,65	0	0	0	0	0	1344,65	0	0	32376	32376
HIBAZ2	FV	50039A00700059	7	59	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	26,05	16,41	219,55	0	0	0	0	0	219,55	0	0	19052	19052
HIBAZ2	FV	50039A00700060	7	60	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0,03	29,44	0	0	0	0	0	29,44	0	0	11725	11725
HIBAZ2	FV	50039A00700061	7	61	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	19568,4	0	19568,4	0	20332	20332
HIBAZ2	FV	50039A00700063	7	63	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	4	4,4	26,82	0	0	0	0	12944,8	26,82	12944,8	0	16209	16209
HIBAZ2	FV	50039A00700064	7	64	0	Labor o Labradío secano	Azuara	98,86	0	0	0	9,44	135,18	135,18	0	6331,83	0	6467,01	98,86	9402	9402
HIBAZ2	FV	50039A00700066	7	66	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	95,32	104,86	641,42	0	0	0	0	0	641,42	0	0	11601	11601
HIBAZ2	FV	50039A00700067	7	67	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	18,08	19,89	117,65	0	0	0	0	0	117,65	0	0	26804	26804
HIBAZ2	FV	50039A00700069	7	69	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	17	14,66	110,53	0	0	0	0	46958,6	110,53	46958,6	0	60879	60879
HIBAZ2	FV	50039A00700070	7	70	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	4	4,4	26,81	0	0	0	0	1241,3	26,81	1241,3	0	2392	2392
HIBAZ2	FV	50039A00700071	7	71	a	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	10633,1	0	10633,1	0	11874	12653
HIBAZ2	FV	50039A00700071	7	71	b	Pastos	Azuara	84,67	0	0	0	5,99	100,19	100,19	0	276,56	0	376,75	84,67	779	12653
HIBAZ2	FV	50039A00700072	7	72	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	8112,31	0	8112,31	0	10831	10831
HIBAZ2	FV	50039A00700093	7	93	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	35,26	20,94	261,64	0	0	0	0	0	261,64	0	0	10855	10855
HIBAZ2	FV	50039A00709003	7	9003	0	Vía de comunicación de dominio público	Azuara	0	4,85	5,33	32,64	0	0	0	0	0	32,64	0	0	6500	6500
HIBAZ2	FV	50039A00709005	7	9005	0	Vía de comunicación de dominio público	Azuara	0	12,85	10,91	86,78	0	0	0	0	0	86,78	0	0	4143	4143
HIBAZ2	FV	50039A00800012	8	12	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	29,87	32,85	214,07	0	0	0	0	0	214,07	0	0	12543	12543
HIBAZ2	FV	50039A00800016	8	16	0	Labor o Labradío secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	25893	0	25893	0	29765	29765
HIBAZ2	FV	50039A00800018	8	18	0	Labor o Labradío secano	Azuara	157,24	157,33	173,06	1040,8	24,03	281,02	281,02	0	10781,5	1040,8	11062,52	157,24	23486	23486

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado 23013893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el COIIM. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.

6. Listado de planos

1. Planta general

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 PLANTA GENERAL Y LÍNEA DE EVACUACIÓN
1:10.000

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:10.000	DIN A3
		Plano: SEPARATA AYTO. AZUARA	00	EMISIÓN INICIAL	230602	HMB	DAJ	AGG	Nº Plano: ----	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 5	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



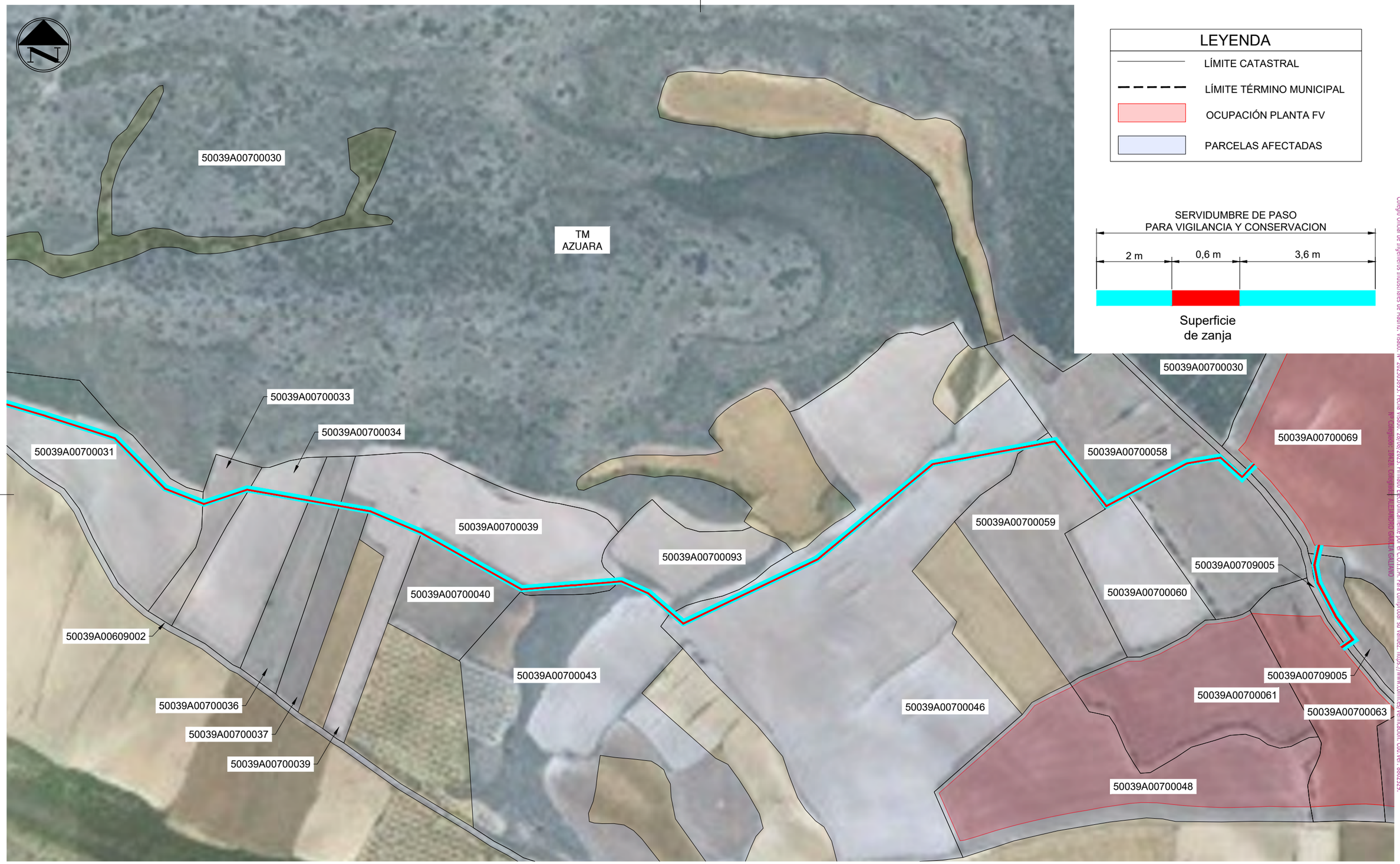
2 LÍNEA DE EVACUACIÓN
1:3.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500	DIN A3
		Plano: SEPARATA AYTO. AZUARA	00	EMISIÓN INICIAL	230602	HMB	DAJ	AGG	Nº Plano: ----	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 2 de 5	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



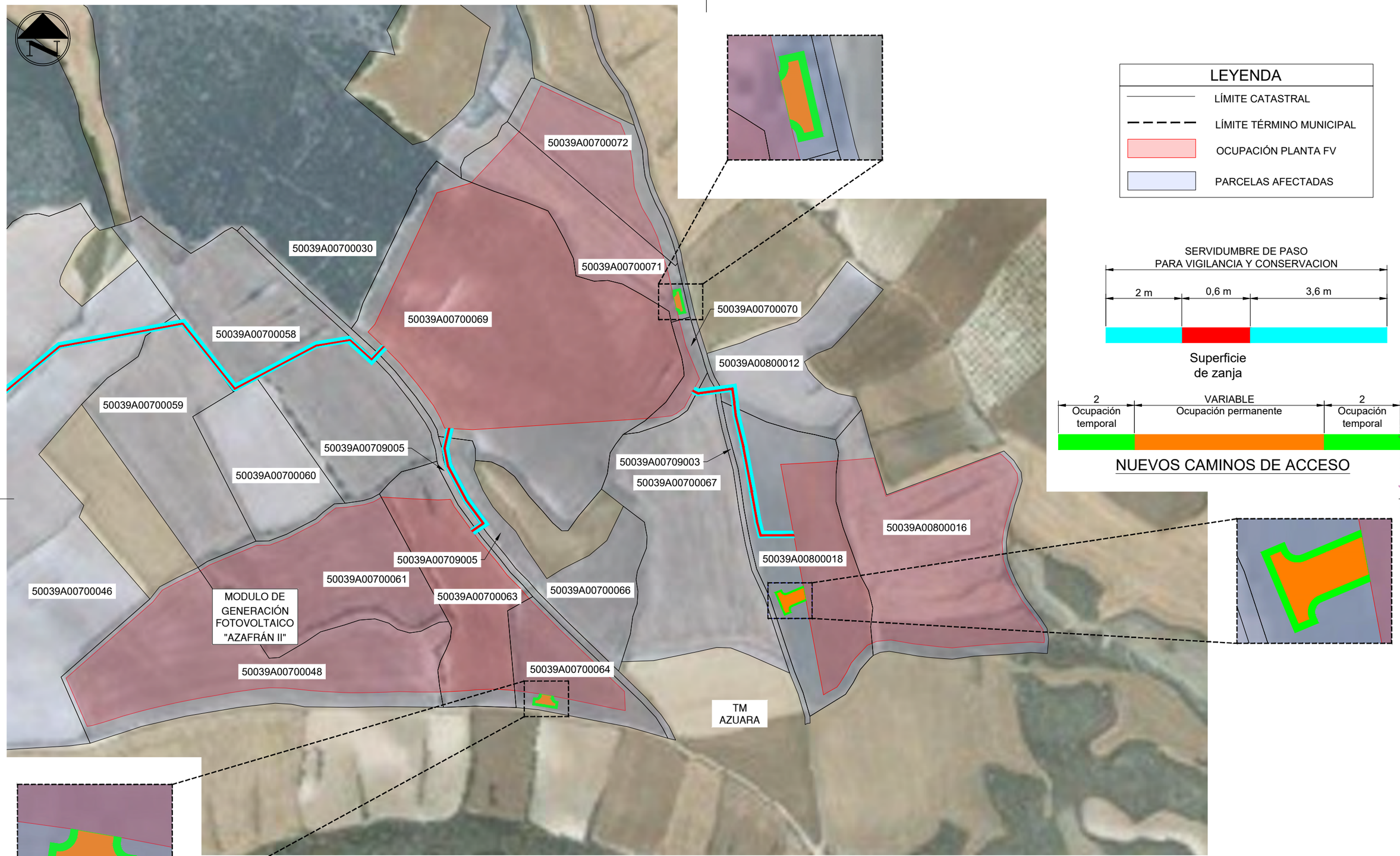
1 PLANTA GENERAL Y LÍNEA DE EVACUACIÓN
1:3.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500	DIN A3
		Plano: SEPARATA AYTO. AZUARA	00	EMISIÓN INICIAL	230529	HMB	DAJ	AGG	Nº Plano: ----	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 3 de 5	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



LEYENDA

- LÍMITE CATASTRAL
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
- OCUPACIÓN PLANTA FV
- PARCELAS AFECTADAS

SERVIDUMBRE DE PASO
PARA VIGILANCIA Y CONSERVACION

2 m | 0,6 m | 3,6 m

Superficie de zanja

2 Ocupación temporal | VARIABLE Ocupación permanente | 2 Ocupación temporal

NUEVOS CAMINOS DE ACCESO

1 PLANTA GENERAL Y LÍNEA DE EVACUACIÓN

1:3.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802328. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500
		Plano: SEPARATA AYTO. AZUARA	00	EMISIÓN INICIAL	230602	HMB	DAJ	AGG	Nº Plano: ----
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 4 de 5

DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Nombre del proyecto	Tipo	Referencia catastral	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de cultivo de la subparcela	Nombre del Municipio	Superficies eventuales durante fase construcción (m2)	Longitud de Zanja (m)	Superficie de Zanja (m2)	Superficie de la Servidumbre de Paso de zanja (m2)	Longitud de los Viales (m)	Superficie Total de Viales (m2)	Superficie de Viales Definitivos (m2)	Superficie de Viales Temporales (m2)	Afección de Planta Fotovoltaica (m2)	Superficie de la Servidumbre de Paso para Vigilancia y Conservación (m2)	Superficie de Ocupación Definitiva (m2)	Superficie de Ocupación Temporal (m2)	Superficie Total de la Subparcela (m2)	Superficie Total de la Parcela (m2)
HIBAZ2	FV	50039A00700017	7	17	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	271,54	162,93	1691,76	0	0	0	0	0	1691,76	0	0	38870	38870
HIBAZ2	FV	50039A00700018	7	18	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	100,19	60,11	619,18	0	0	0	0	0	619,18	0	0	20665	20665
HIBAZ2	FV	50039A00700019	7	19	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	75,82	45,49	470,67	0	0	0	0	0	470,67	0	0	20792	20792
HIBAZ2	FV	50039A00700020	7	20	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	249,08	149,45	1538,62	0	0	0	0	0	1538,62	0	0	29672	29672
HIBAZ2	FV	50039A00700022	7	22	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	7,62	4,57	92,2	0	0	0	0	0	92,2	0	0	14408	14408
HIBAZ2	FV	50039A00700023	7	23	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	170,87	102,52	1011,86	0	0	0	0	0	1011,86	0	0	10214	10214
HIBAZ2	FV	50039A00700030	7	30	m	Pinar maderable	Azuara	0	655,4	393,23	4053,38	0	0	0	0	0	4053,38	0	0	2070269	2200050
HIBAZ2	FV	50039A00700031	7	31	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	345,27	207,17	2136,68	0	0	0	0	0	2136,68	0	0	27231	27231
HIBAZ2	FV	50039A00700033	7	33	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	46,93	28,16	293,4	0	0	0	0	0	293,4	0	0	4659	4659
HIBAZ2	FV	50039A00700034	7	34	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	59,15	35,49	366	0	0	0	0	0	366	0	0	13027	13027
HIBAZ2	FV	50039A00700036	7	36	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	30,26	18,16	187,29	0	0	0	0	0	187,29	0	0	7837	7837
HIBAZ2	FV	50039A00700037	7	37	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	28,51	17,11	113,29	0	0	0	0	0	113,29	0	0	5519	5519
HIBAZ2	FV	50039A00700039	7	39	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	251	150,05	1517,56	0	0	0	0	0	1517,56	0	0	26310	26310
HIBAZ2	FV	50039A00700040	7	40	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	6,69	4,55	141,21	0	0	0	0	0	141,21	0	0	8527	8527
HIBAZ2	FV	50039A00700043	7	43	b	Pastos	Azuara	0	27,35	16,38	104,61	0	0	0	0	0	104,61	0	0	15960	51993
HIBAZ2	FV	50039A00700043	7	43	c	Labor o Labradio secano	Azuara	0	1,44	1,11	37,06	0	0	0	0	0	37,06	0	0	13354	51993
HIBAZ2	FV	50039A00700046	7	46	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	398,21	238,93	2472,55	0	0	0	0	0	2472,55	0	0	91818	91818
HIBAZ2	FV	50039A00700048	7	48	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	25899,8	0	25899,8	0	31896	31896
HIBAZ2	FV	50039A00700058	7	58	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	231,4	138,03	1344,65	0	0	0	0	0	1344,65	0	0	32376	32376
HIBAZ2	FV	50039A00700059	7	59	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	26,05	16,41	219,55	0	0	0	0	0	219,55	0	0	19052	19052
HIBAZ2	FV	50039A00700060	7	60	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	0	0,03	29,44	0	0	0	0	0	29,44	0	0	11725	11725
HIBAZ2	FV	50039A00700061	7	61	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	19568,4	0	19568,4	0	20332	20332
HIBAZ2	FV	50039A00700063	7	63	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	4	4,4	26,82	0	0	0	0	12944,8	26,82	12944,8	0	16209	16209
HIBAZ2	FV	50039A00700064	7	64	0	Labor o Labradio secano	Azuara	98,86	0	0	0	9,44	135,18	135,18	0	6331,83	0	6467,01	98,86	9402	9402
HIBAZ2	FV	50039A00700066	7	66	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	95,32	104,86	641,42	0	0	0	0	0	641,42	0	0	11601	11601
HIBAZ2	FV	50039A00700067	7	67	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	18,08	19,89	117,65	0	0	0	0	0	117,65	0	0	26804	26804
HIBAZ2	FV	50039A00700069	7	69	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	17	14,66	110,53	0	0	0	0	46958,6	110,53	46958,6	0	60879	60879
HIBAZ2	FV	50039A00700070	7	70	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	4	4,4	26,81	0	0	0	0	1241,3	26,81	1241,3	0	2392	2392
HIBAZ2	FV	50039A00700071	7	71	a	Labor o Labradio secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	10633,1	0	10633,1	0	11874	12653
HIBAZ2	FV	50039A00700071	7	71	b	Pastos	Azuara	84,67	0	0	0	5,99	100,19	100,19	0	276,56	0	376,75	84,67	779	12653
HIBAZ2	FV	50039A00700072	7	72	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	8112,31	0	8112,31	0	10831	10831
HIBAZ2	FV	50039A00700093	7	93	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	35,26	20,94	261,64	0	0	0	0	0	261,64	0	0	10855	10855
HIBAZ2	FV	50039A00709003	7	9003	0	Vía de comunicación de dominio público	Azuara	0	4,85	5,33	32,64	0	0	0	0	0	32,64	0	0	6500	6500
HIBAZ2	FV	50039A00709005	7	9005	0	Vía de comunicación de dominio público	Azuara	0	12,85	10,91	86,78	0	0	0	0	0	86,78	0	0	4143	4143
HIBAZ2	FV	50039A00800012	8	12	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	29,87	32,85	214,07	0	0	0	0	0	214,07	0	0	12543	12543
HIBAZ2	FV	50039A00800016	8	16	0	Labor o Labradio secano	Azuara	0	0	0	0	0	0	0	0	25893	0	25893	0	29765	29765
HIBAZ2	FV	50039A00800018	8	18	0	Labor o Labradio secano	Azuara	157,24	157,33	173,06	1040,8	24,03	281,02	281,02	0	10781,5	1040,8	11062,52	157,24	23486	23486

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas. Visado: Nº 20230393. Fecha Visado: 28/09/2023. Fimado Electrónicamente por el C.O.I.T.M. Para comprobar su validez: https://www.coitm.es/verificacion/ Cod.Ver.: 8082525.
Nº Colegiado: ALEJANDRO CARLOS CASTILLO CASTILLO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II			Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO
		Plano: SEPARATA AYTO. AZUARA	00	EMISIÓN INICIAL	230602 HMB DAJ AGG
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha Dibujado Revisado Aprobado

Nº Plano: ----
Hoja: 5 de 5

ESCALA : SE (0 10 20)

DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRAN II

Anejo desmantelamiento

Madrid, junio 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802525
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1.Objeto 2
2. Datos del promotor 2
3. Normativa de aplicación 2
4. Características generales de la instalación 2
5. Descripción de los trabajos de desmantelamiento 3
5.1. Desmantelamiento de los Paneles Fotovoltaicos 3
5.2. Desmontaje de estructuras 3
5.3. Desmontaje de Cajas de conexión, protección y control 3
5.4. Retirada del cableado subterráneo y restauración de las zanjas 3
5.5. Restitución de los nuevos viales internos y sus cunetas 4
5.5. Desmontaje de la instalación de Seguridad 4
5.6. Desmontaje de prefabricados (skid de inversores) 4
5.7. Extracción de cimentación de trackers 5
5.8. Pistas interiores y vallado perimetral 5
5.9. Desmantelamiento de la infraestructura de evacuación 5
6. Restauración del suelo y plan de vegetación 5
6.1. Áreas objeto de restauración revegetación 6
6.1.1. Viales internos y cunetas 6
6.1.2. Zanjas tras la retirada del cableado subterráneo ..... **¡Error! Marcador no definido.**
6.1.3. Superficies de ocupación de los paneles solares y centros de transformación 6
6.1.4. Zonas de casetas y almacenamiento durante las obras de desmantelamiento 6
6.1.5. Pantalla vegetal o bosquetes 6
6.1.5. Superficie total a restaurar y revegetar 7
6.2. Áreas objeto de restauración revegetación 7
6.2.1. Implantación vegetal 7
7. Reciclaje de materiales 8
8. Cronograma de desmantelamiento 9
9. Restauración de los terrenos 9
10. Presupuesto 10

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.Objeto

El objeto del presente documento es definir y cuantificar las tareas que se deberán llevar a cabo para el desmantelamiento de la instalación del panel solar fotovoltaico, transcurridos 25 años desde su puesta en funcionamiento, de las parcelas ocupadas y de la restauración de las condiciones ambientales y paisajísticas de los terrenos y su entorno.
El Módulo de Generación fotovoltaico AZAFRAN II está planificado para causar el menor impacto al medioambiente, concretamente, el menor impacto en los terrenos donde irá instalado. El Proyecto se ha diseñado con los siguientes equipos o partes importantes:

- Paneles fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Estructuras metálicas de fijación de paneles (seguidores solares de eje horizontal llamados trackers).
- Inversores DC/AC de 6,548 kVA.
- Interconexiones eléctricas con cajas de conexión externas de primer y segundo nivel para interconectar los paneles fotovoltaicos con los inversores DC/AC, así como las interconexiones desde los inversores a los Centros de Transformación (skids) y desde estos, a través de líneas eléctricas a diseñar (no objeto de este proyecto), hasta las Subestaciones Eléctricas existentes.
- Cimentaciones. A falta de un estudio más detallado de cargas de viento y otros aspectos de diseño, se han proyectado perfiles metálicos directamente hincados en el suelo de fácil desmantelamiento y por tanto bajo impacto en el suelo.
- Centros de Transformación (skids): para instalar los skids se construirán losas de hormigón muy superficiales, fáciles de desmantelar y con también poco impacto en el suelo.

2. Datos del promotor

Titular: DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L.
Domicilio social: C/ Calle Serrano, 76, 7º D, 28006 Madrid.

3. Normativa de aplicación

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

4. Características generales de la instalación

- Potencia Instalada: 6,548 MW
- Superficie ocupada por el vallado: 16,23 ha
- Estructura portante: Tracker de eje horizontal (NEXTRACKER NX Horizon) de 60/30 paneles por fila.
- Nº de Trackers: 148/74
- Superficie unitaria de proyección del tracker: 2,384·82,372 = 196,38 m2 (tracker 60 paneles) y 2,384·41,882 = 99,85 m2 (tracker de 30 paneles).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5. Descripción de los trabajos de desmantelamiento

5.1. Desmantelamiento de los Paneles Fotovoltaicos

Para el desmantelamiento de los paneles fotovoltaicos se tendrá en cuenta su estado de funcionamiento. Es conocido que los paneles fotovoltaicos es muy difícil que pasen de producir energía a cero producción.

Normalmente los paneles fotovoltaicos cuentan con una degradación del 25%. Es por eso que, aparte de aquellos que se encuentren destruidos, los cuales se desmontarán y llevarán a vertedero autorizado o se reciclarán, se procederá a almacenarlos para su utilización en futuros proyectos de instalaciones rurales donde los requerimientos de potencia y pérdidas por "mismatching" son menores que en los Módulos de generación fotovoltaica de Potencia de generación centralizada.

5.2. Desmontaje de estructuras

En esta fase de desmontaje de estructuras se realizará la desconexión y desmontaje de los paneles, y de las estructuras portantes (Trackers).

En primer lugar, se procederá al desconexionado y desmontaje de paneles fotovoltaicos, quedando apilados al lado del tracker para su posterior retirada por un gestor autorizado.

Después, se procederá al desmontaje de los trackers de los mástiles donde se encuentran anclados y que los une con el terreno.

Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán y se cargarán en camión con la ayuda de una carretilla elevadora y/o un camión grúa. Posteriormente, es necesario trasladar estos materiales a un vertedero autorizado.

5.3. Desmontaje de cajas de conexión, protección y control.

En esta fase del desmantelamiento se desmontarán todas las cajas de conexión, mando y protección, desacoplándolas del cableado al que van unidas, arrancándolas de las peanas de fábrica donde se encuentran situadas, que serán demolidas.

Los restos de las cajas serán retirados por un gestor autorizado, y los restos de la demolición de las peanas serán retirados a un vertedero de residuos de inertes.

5.4. Retirada del cableado subterráneo y restauración de las zanjas

Se procederá a la extracción del cableado, para lo cual se abrirán las zanjas por las que discurre a través de topadoras adecuadas que extraerán los tubos y el cableado para su posterior retirada por gestor autorizado.

El proyecto contará con una red de cableado enterrado para posibilitar el transporte de energía eléctrica y la intercomunicación interior con la subestación. Este cableado soterrado se corresponde con la línea de 30 kV entre el módulo de generación fotovoltaico

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

y la subestación y el cableado de la zanja de canalización eléctrica de esta misma implantación.

En cuanto a la retirada de los mismos existen dos posibilidades; si la extracción de dicha red podría alterar la vegetación que de forma natural haya cubierto la superficie que cubre los tendidos, se propone, como alternativa, la posibilidad de que, una vez inutilizados los tendidos eléctricos, éstos permanezcan soterrados. La segunda posibilidad existente es la extracción de los tendidos eléctricos de las zanjas.

En el presente plan se contempla la situación más desfavorable, es decir su extracción, lo que implicaría desbrozar, abrir las zanjas, volver a cerrar y restaurar.

5.5. Restitución de los nuevos viales internos y sus cunetas

Será necesaria la restitución del suelo afectado por la construcción de nuevos viales internos que dan acceso al módulo de generación fotovoltaico. El terreno habrá sufrido un desbroce y una compactación que se debe subsanar con la intención de que éste quede en el mismo estado previo a la existencia del módulo de generación fotovoltaico.

Con esta intención sólo serán objeto de desmantelamiento y posterior revegetación los viales de nueva construcción, dado que los viales preexistentes cumplen la función de acceso y vía de comunicación a los terrenos colindantes; por tanto, deberán permanecer para mantener dicha función.

Para la recuperación del suelo ocupado por los viales de nueva construcción y sus cunetas, se propone realizar una retirada con retroexcavadora para la eliminación de la zahorra compactada, que constituye el firme de los viales y posterior retirada a vertedero. Además, se propone un escarificado del terreno con la intención de descompactar el mismo.

A continuación, se procederá a su relleno con tierra apropiada, perteneciendo esta actuación a la restauración de suelo y a su revegetación.

5.5. Desmontaje de la instalación de Seguridad

Se retirarán todos los elementos de seguridad, separándolos según su origen, para su retirada por los gestores autorizados que sean procedentes para cada elemento.

A continuación, será demolida la caseta de seguridad con retirada de escombros a vertedero de residuos inertes.

5.6. Desmontaje de prefabricados (skid de inversores)

Se extraerán los equipos del interior de los skids, siendo retirados por empresas autorizadas.

Las estructuras prefabricadas donde se encuentran alojados se retirarán de su ubicación mediante una grúa y se desmantelarán todos sus elementos para su posterior reutilización o retirada de cada uno de los elementos que los componen.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.7. Extracción de cimentación de trackers.

Los perfiles metálicos utilizados como cimentación de los seguidores serán extraídos del terreno siguiendo el proceso que a continuación se detalla:

En primer lugar, se descubrirá en parte el perfil metálico con la ayuda de una excavadora, después se tirará a tracción del perfil hasta su total extracción.

Posteriormente serán cargados con una pala cargadora que las depositará en un camión que los transportará a un vertedero autorizado. Los huecos en el suelo quedarán completamente cerrados, aportando la tierra necesaria de la propia parcela.

5.8. Pistas interiores y vallado perimetral

Para desmontar la malla galvanizada se cortarán los alambres que la sujetan a los postes. Una vez cortada se enrollará para proceder a su retirada.

Los postes de anclaje se retirarán con la ayuda de una excavadora que libere del terreno al poste. Todos los elementos metálicos se trasladarán a un centro de recuperaciones metálicas.

Las zahorras de las pistas interiores serán cargadas en camiones para su reutilización.

5.9. Desmantelamiento de la infraestructura de evacuación

La infraestructura común de evacuación es objeto de un proyecto independiente a los proyectos de ejecución de las instalaciones fotovoltaicas que constituyen el módulo de generación y, una vez ejecutada dicha infraestructura, ésta pasa a ser propiedad de la compañía distribuidora.

Será necesaria la desconexión de la extensión de la línea y de toda la infraestructura común de evacuación del resto de la red de distribución en el punto en el que se realiza la conexión en Media Tensión para asegurar el buen funcionamiento de la red.

En segundo lugar, habrá que proceder al desmontaje de todos los equipos, de los elementos que constituyen los centros de transformación y de los postes y la línea de Media Tensión que se ejecuta.

Para realizar los trabajos anteriores, se hará uso de un camión grúa en el que se acopiarán todos los materiales y, a continuación, se transportarán a vertedero autorizado.

6. Restauración del suelo y plan de vegetación

En el siguiente apartado se desarrolla la restauración del suelo y plan de vegetación que consiste en la revegetación de las distintas superficies afectadas por el desmantelamiento. Se seguirá la siguiente metodología:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Identificación de las áreas objeto de restauración y revegetación.
- Desglose de las labores de restauración y revegetación.
- Presupuesto.

6.1. Áreas objeto de restauración revegetación

Lo primero es identificar la superficie afectada, que comprende:

- Viales internos de nueva construcción y sus cunetas.
- Zanjas tras la retirada del cableado subterráneo.
- Superficies de ocupación de los paneles fotovoltaicos.
- Superficies de ocupación de los centros de transformación.
- Zonas de casetas y almacenamiento durante las obras de desmantelamiento.

6.1.1. Viales internos y cunetas

Como ya se comentó en el apartado anterior, se procede a la restitución de los viales de nueva construcción, que para el presente proyecto supone una superficie total de 2.410 m2.

6.1.2. Zanjas tras la retirada del cableado subterráneo

La longitud total de zanjas abiertas en suelo natural para la retirada del cableado del proyecto es 9.549 m. Estas zanjas se corresponden con las zanjas para el cableado dentro del módulo de generación fotovoltaico y de la línea de evacuación subterránea a la subestación eléctrica.

Se considera para la revegetación una anchura de 1 m para todas las zanjas a excepción de la zanja de la línea de evacuación del módulo de generación fotovoltaico a la subestación eléctrica, en cuyo caso será de 2 m. Por ello, la superficie total estimada a revegetar es de 12.794 m^2.

6.1.3. Superficies de ocupación de los paneles solares y centros de transformación

La superficie total de ocupación de los paneles fotovoltaicos (campos de seguidores) y centros de transformación del módulo de generación fotovoltaico solar proyectada es 9,82 Ha.

6.1.4. Zonas de casetas y almacenamiento durante las obras de desmantelamiento

En esta explanada se localizarán los materiales a emplear en la obra, la maquinaria, así como la instalación de las casetas de obra. Se considera que el total a revegetar de esta superficie es de 1.850 m^2 aproximadamente.

6.1.5. Pantalla vegetal o bosquetes

La restauración del terreno a la situación previa a la implantación del proyecto incluirá la eliminación de los bosquetes que se planificaron para favorecer la integración paisajística del módulo de generación fotovoltaico, dado que la instalación se encuentra sobre tierra de cultivo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Previa a su eliminación, se seleccionarán aquellos ejemplares más adecuados y/o de mayor porte para su trasplante a las lindes de los caminos y otras zonas afectadas por la implantación.

Los restos de tala, poda y desbroce se gestionarán en centros autorizados adecuados.

6.1.5. Superficie total a restaurar y revegetar

Tabla 1: Superficie total del proyecto a restaurar

	Superficie m^2
Viales y cunetas	2.410
Zanjas tras la retirada del cableado subterráneo	12.794
Superficies de ocupación de paneles y centros de transformación	98.200
Zonas de casetas y almacenamiento durante las obras de desmantelamiento	1.850
TOTAL	115.254

Por lo que se estima que se tendrá que restaurar una superficie total de 115.254 m^2.

6.2. Áreas objeto de restauración revegetación

Las labores de restauración vegetal serán exclusivamente aquellas ligadas a la implantación vegetal de taxones leñosos arbóreo – arbustivos.

6.2.1. Implantación vegetal

Las plantaciones a ejecutar en las zonas contempladas según proyecto estarán sujetas a una serie de condicionantes generales, expuestos a continuación.

A la hora de llevar a cabo los trabajos de plantación se atenderá a un calendario de ejecución que respete las fechas más adecuadas para el arraigo de las plantas, preferentemente entre los meses de octubre y febrero, ambos inclusive, dado que se trata del período durante el cual existe el letargo invernal de las mismas. De igual manera, este calendario minimiza las molestias que pudieran producirse sobre la fauna reproductora que pudiera estar implicada en el ámbito de aplicación de los trabajos.

Las plantaciones se podrán realizar, de manera indistinta, de forma manual y/o mecanizada, según las diferentes situaciones del terreno, para evitar los procesos erosivos potenciales, para mejorar la practicidad a la hora de llevar a cabo los trabajos, y para asegurar la presencia de la biota asentada, de manera natural, con el paso del tiempo, principalmente.

En la selección de las especies a utilizar se ha tenido en cuenta, más allá de la pertenencia de los taxones elegidos al cortejo florístico nativo, su grado de disponibilidad en los viveros forestales, evitándose el uso de especies de existencia improbable o que requieran labores previas y costosas de recolección y reproducción previa.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Para la plantación de los pies de las especies seleccionadas, todos ellos con biotipo de planta forestal de 1-2 savias, se realizará un ahoyado con resultado de hoyos de dimensiones variables, de base inferior / base superior / altura equiparable a un % en consonancia con el tamaño de los cepellones de cada respectiva planta.

Tras la implantación realizada deberá acondicionarse adecuadamente la superficie aledaña a la planta; así, se creará un pequeño alcorque o depresión circundante a cada ejemplar, que permita una optimización de los riegos y de las precipitaciones en torno al espacio vital de cada pie.

Una vez realizada la implantación, la empresa contratista estará obligada a suministrar el primer riego a cada una de las plantas. Este riego de plantación será especialmente copioso, pues tiene como objetivo fundamental, no sólo el aporte hídrico necesario sino la compactación del suelo alrededor de sistema radical de la planta, evitándose así la aparición de bolsas de aire subterráneas que impiden el desarrollo correcto de la raíz.

Finalmente cabe señalar que todas las plantaciones deberán realizarse bajo la supervisión de un técnico responsable.

A continuación, se refleja el espectro florístico contemplado para su uso en el contexto del plan de restauración y revegetación del proyecto, todos taxones nativos de la zona de estudio, con buena respuesta adaptativa a los terrenos alterados, y con amplia disponibilidad en los viveros forestales:

Cytisus multiflorus, Cytisus scoparius, Retama sphaercarpa, Cistus ladanifer, Pistacia terebinthus, Crataegus monogyna, Rosmarinus officinalis, Pyrus bourgaeana, Quercus ilex ballota, Quercus suber.

Estos taxones serán todos utilizados durante las labores de implantación vegetal en la misma proporción.

Estas revegetaciones se llevarán a cabo en las zonas de vegetación afectadas por la zanja de la línea de evacuación, principalmente. Adicionalmente, se considerarán también para aquellas zonas que hubiesen resultado afectadas en las labores de construcción o en la fase de explotación por labores de mantenimiento.

7. Reciclaje de materiales

Se estima que, con el reciclado de los materiales recuperados tras el desmantelamiento del proyecto de referencia será de principalmente acero, cobre y aluminio.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8. Cronograma de desmantelamiento

El periodo estimado para el desmantelamiento total del módulo de generación fotovoltaico de 24 semanas como indica el cronograma siguiente:

Tabla 2: Periodo estimado para el desmantelamiento del proyecto

Nombre tarea	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Desmantelamiento Estructuras						
Desmontaje estructuras						
Desmontaje de módulos						
Extracción cimentación						
Desmantelamiento inversores						
Desmantelamiento protecciones y contadores						
Desmantelamiento centro de transformación						
Retirada de equipos						
Demolición del centro						
Retirada de interconexiones						
Excavación						
Extracción de conductores						
Extracción cimentación						
Línea de evacuación						
Retirada materiales						
Restitución de terrenos						

9. Restauración de los terrenos

El entorno de los terrenos se compone de tierras de cultivo. En este caso, una vez quede la instalación desmantelada, se procederá a realizar una nivelación previa retirada de la capa vegetal. Posteriormente se realizará el extendido de tierra vegetal dejando el terreno en condiciones suficientes para ser labrado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

10. Presupuesto

Tabla 3: Presupuesto del desmontaje de paneles fotovoltaicos

DESMONTAJE PANELES FOTOVOLTAICOS				
ACCIONES	Ud	Med	Precio	Importe (€)
Desmontado de paneles fotovoltaicos y elementos de fijaciones, uniones etc... Se incluye la carga y descarga en zona de acopio, con retirada de elementos recuperados, para posterior transporte a planta de reciclado autorizado.	Ud	11.100	2,55	28.305
Carga y transporte de paneles a estación gestora. (Se considera para el cálculo: una distancia mayor de 10 Km y menor de 20 Km; e ida y vuelta en camiones basculantes de hasta 20 t de peso, incluido el canon).	m^3	1.206,82	3,52	4.248,01
TOTAL				32.553,01

Tabla 4: Presupuesto del desmontaje de seguidores solares

DESMONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS SOPORTE				
ACCIONES	Ud	Med	Precio	Importe (€)
DESMONTADO DE LOS SEGUIDORES Desmontado de estructura metálica soporte de los paneles fotovoltaicos y accesorios, sin aprovechamiento del material y retirada del mismo, incluyendo transporte a planta de reciclado de chatarra férrea, según lo especificado en el presente estudio.	Ud	222	520,60	115.573,2
EXTRACCIÓN DE POSTES HINCADOS Desmontado de los fustes hincados de acero	Ud	1.702	9,01	15.335,02
TOTAL				130.908,22

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 5: Presupuesto del desmantelamiento de los CT

DESMANTELAMIENTO Y DEMOLICIÓN DE CENTROS DE TRANFORMACIÓN				
ACCIONES	Ud	Med	Precio	Importe (€)
DESMANTELAMIENTO INTERIOR DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Desmantelado del interior de la caseta de mando y control, estación de inversión y centro de seccionamiento. Retirada de todos los equipos eléctricos y electrónicos con recuperación del material desmontado.	Ud	1	734,96	734,96
EXTRACCIÓN DE POSTES HINCADOS Desmontado de los fustes hincados de acero	m^3	0	0	0
TOTAL				734,96

Tabla 6: Presupuesto del desmantelamiento del vallado perimetral

DESMANTELAMIENTO DEL VALLADO PERIMETRAL				
ACCIONES	Ud	Med	Precio	Importe (€)
DESMONTADO DE VALLA METALICA EN CERRAMIENTOS Desmontado por medios manuales de vallado perimetral de la parcela compuesto de malla metálica y montantes retirada de elementos acopiando para su traslado. Retirada del mismo, incluyendo transporte a planta de reciclado de chatarras férreas.	m	3.152	11,63	36.657,76
RETIRADA DE MACIZOS DE CIMENTACIÓN Descombrado y/o picado de elementos macizos de cimentación de los montantes, y retirada de escombros. Incluye regado, para evitar la formación de polvo, medios de seguridad, de elevación, carga, descarga, limpieza del lugar de trabajo, relleno de los huecos del terreno y transporte a planta.	m^3	47,28	9,01	425,99
TOTAL				37.083,75

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 7: Presupuesto para la restitución de viales y cunetas

RESTITUCIÓN DE NUEVOS VIALES INTERNOS Y CUNETAS				
ACCIONES	Ud	Med	Precio	Importe (€)
Escarificado con retroexcavadora y retirada a vertedero.	m^2	2.410	2,58	6.217,8
TOTAL				**6.217,8**

Tabla 8: Presupuesto para la retirada de cable y restauración de zanjas

RETIRADA DE CABLEADO Y RESTAURACIÓN DE ZANJAS				
ACCIONES	Ud	Med	Precio	Importe (€)
Retirada de la tierra vegetal (20 cm) y almacenamiento en montículos (<2 m)	m^3	19.648	1,80	35.366,4
Excavación de la zanja de conducción.	m	9.548,67	2,58	24.635,57
Retirada del cableado	m	9.548,67	0,40	3.819,47
Relleno de zanja con tierra de relleno	m^3	7.199,91	3,10	22.319,72
TOTAL				**86.141,16**

Tabla 9: Presupuesto para la restauración del suelo

RESTAURACIÓN DEL SUELO				
ACCIONES	Ud	Med	Precio	Importe (€)
Restitución de la capa de tierra vegetal	m^3	19.648	0,80	15.718,4
TOTAL				**15.718,4**

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

Planos

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802329.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

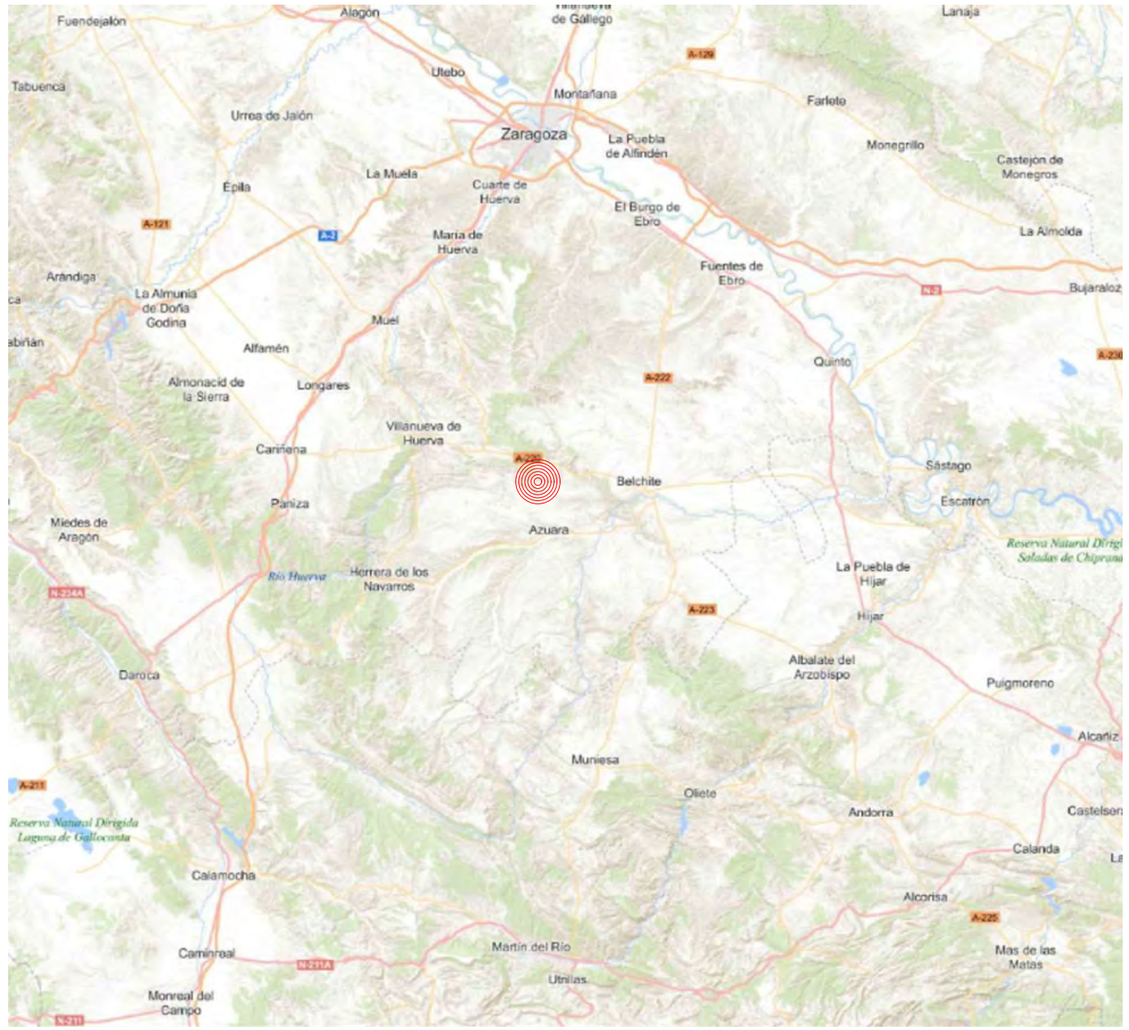
1. Situación y emplazamiento
2. Localización
3. Planta general poligonal
4. Implantación general del parque
5. Planta general del parque
6. Servicios afectados
7. Accesos por Carretera
8. Topografía
9. Acondicionamiento y movimiento de tierras
10. Planta de viales
11. Sección tipo de viales
12. Perfiles longitudinales de viales
13. Planta general de drenajes
14. Detalles de drenajes
15. Planta general de zanjas y canalizaciones
16. Sección tipo de zanjas
17. Edificio multiusos
18. Punto limpio
19. Planta de vallado
20. Detalle de vallado
21. Detalle de estructura
22. Centro de transformación
23. Unifilar de baja tensión
24. Unifilar de media tensión
25. Trazado de baja tensión
26. Trazado de media tensión
27. Puesta a tierra

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

28. Detalle de puesta a tierra
29. Detalle alimentación seguidores
30. Detalle conexionado módulos
31. Arquitectura de comunicaciones
32. Detalle estación meteorológica
33. Detalle sistema de seguridad

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



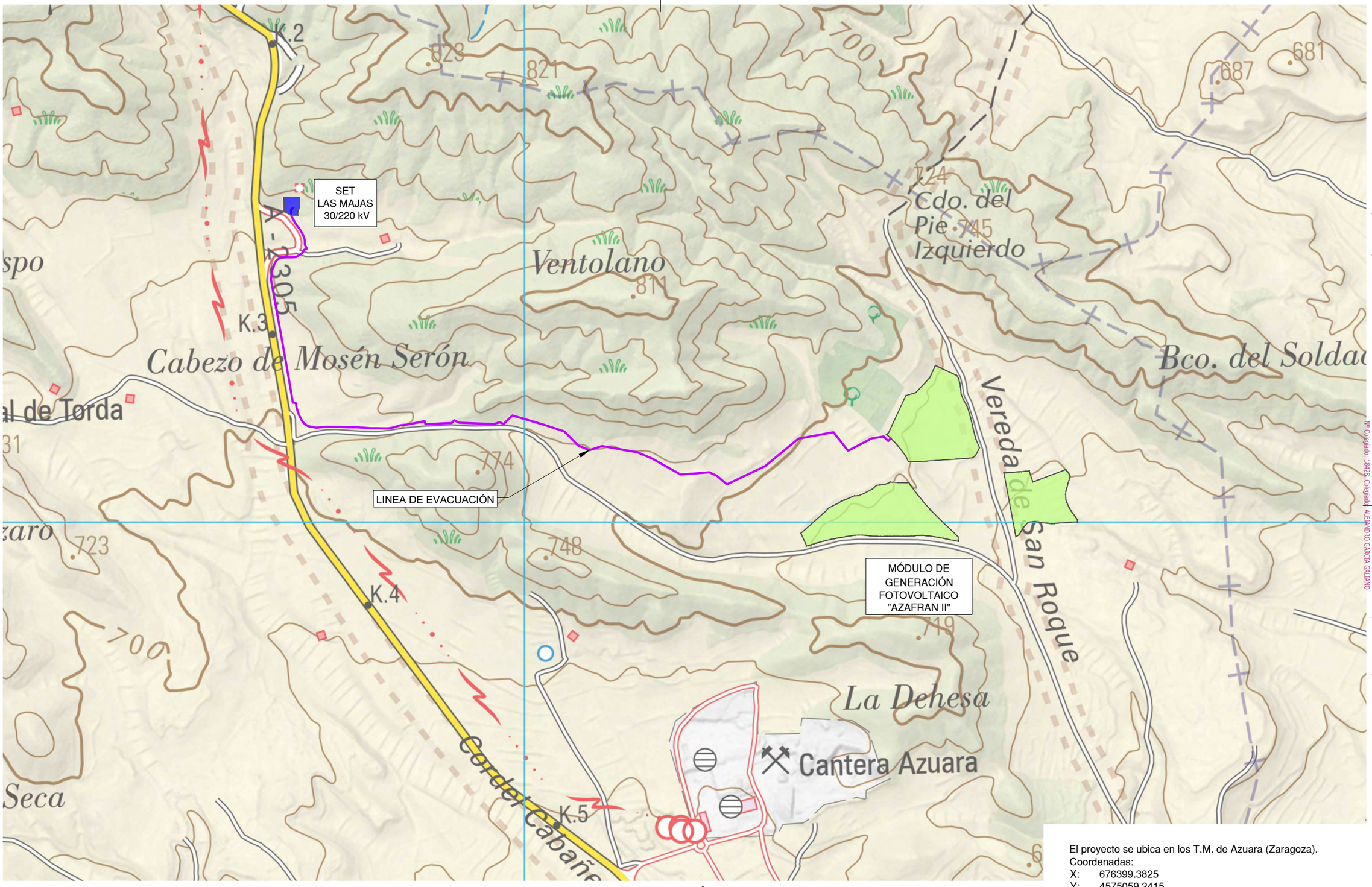


El proyecto se ubica en los T.M. de Azuara (Zaragoza).
Coordenadas:
X: 676399.3825
Y: 4575059.2415
Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE	DIN A3
		Plano: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	00	EMISIÓN INICIAL	230522	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-01 Hoja: 1 de 1	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230835; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802329. Nº Colegiado: 19428. Colegiado/a: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



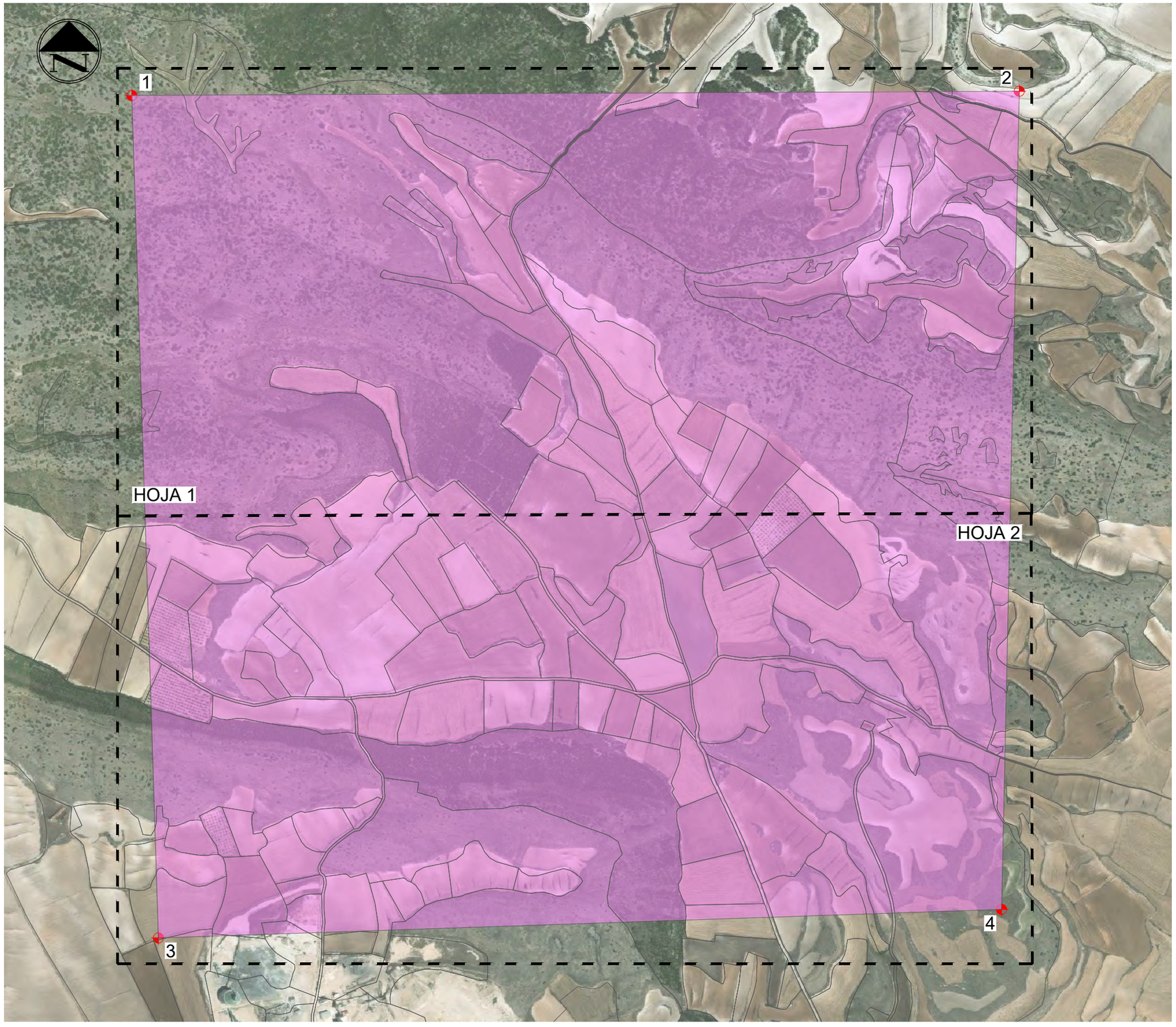
El proyecto se ubica en los T.M. de Azuara (Zaragoza).
Coordenadas:
X: 676399.3825
Y: 4575059.2415
Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

1 LOCALIZACIÓN
Escala 1:12.500

Cliente :	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:12.500	DIN A3
IPC		Plano: LOCALIZACIÓN	00	EMISIÓN INICIAL	230522	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-02	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



COORDENADAS POLIGONAL		
Número de punto	COORD-X	COORD-Y
1	675334,297	4576296,654
2	677408,065	4576306,442
3	675396,376	4574328,228
4	677366,603	4574394,984

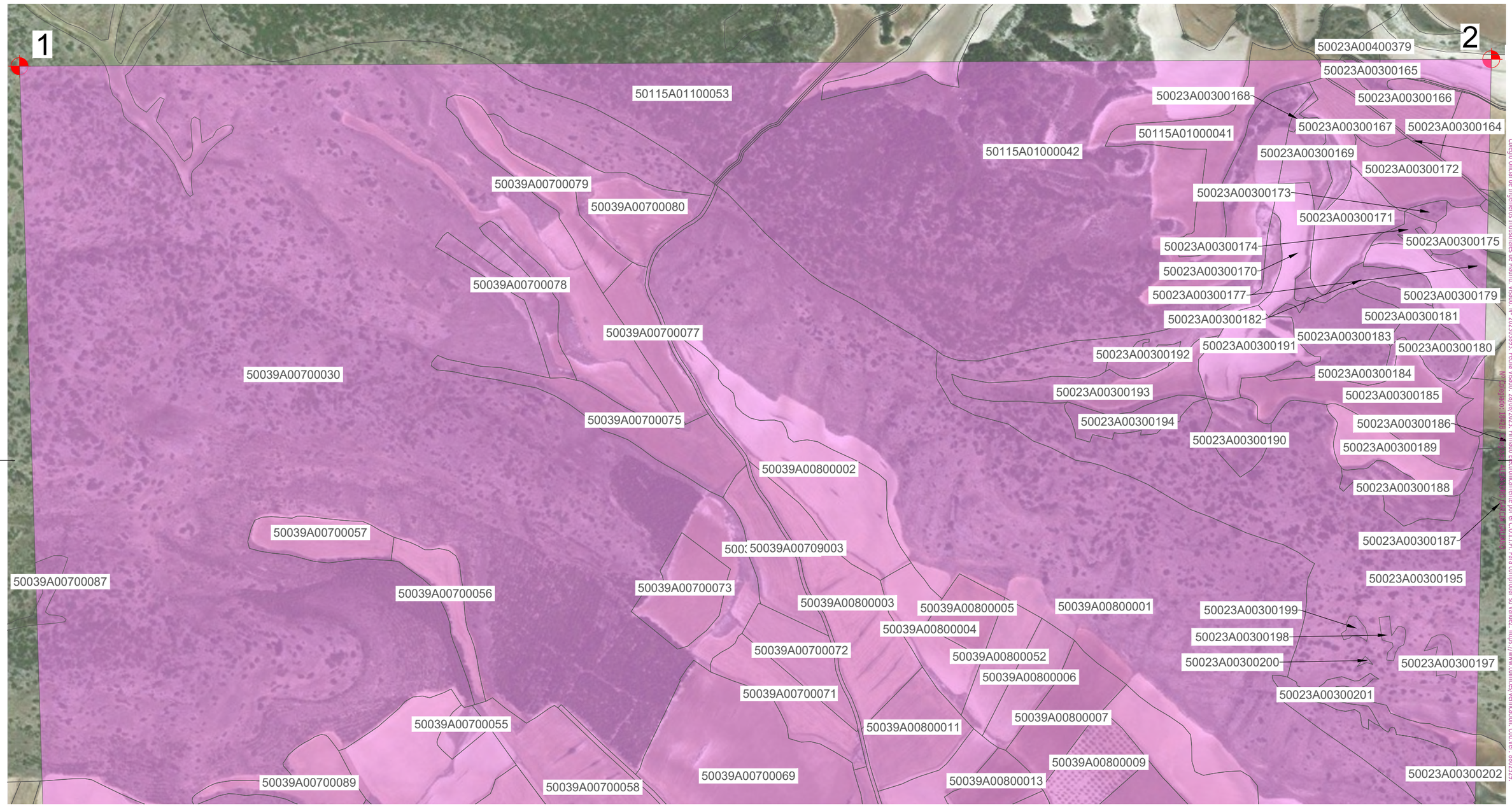
1 PLANTA GENERAL DE LA POLIGONAL
Escala 1:10000

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303803. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:10000	DIN A3
		Plano: PLANTA GENERAL POLIGONAL	00	EMISIÓN INICIAL	230522	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-03 Hoja: 1 de 3	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



1 PLANTA GENERAL DE LA POLIGONAL

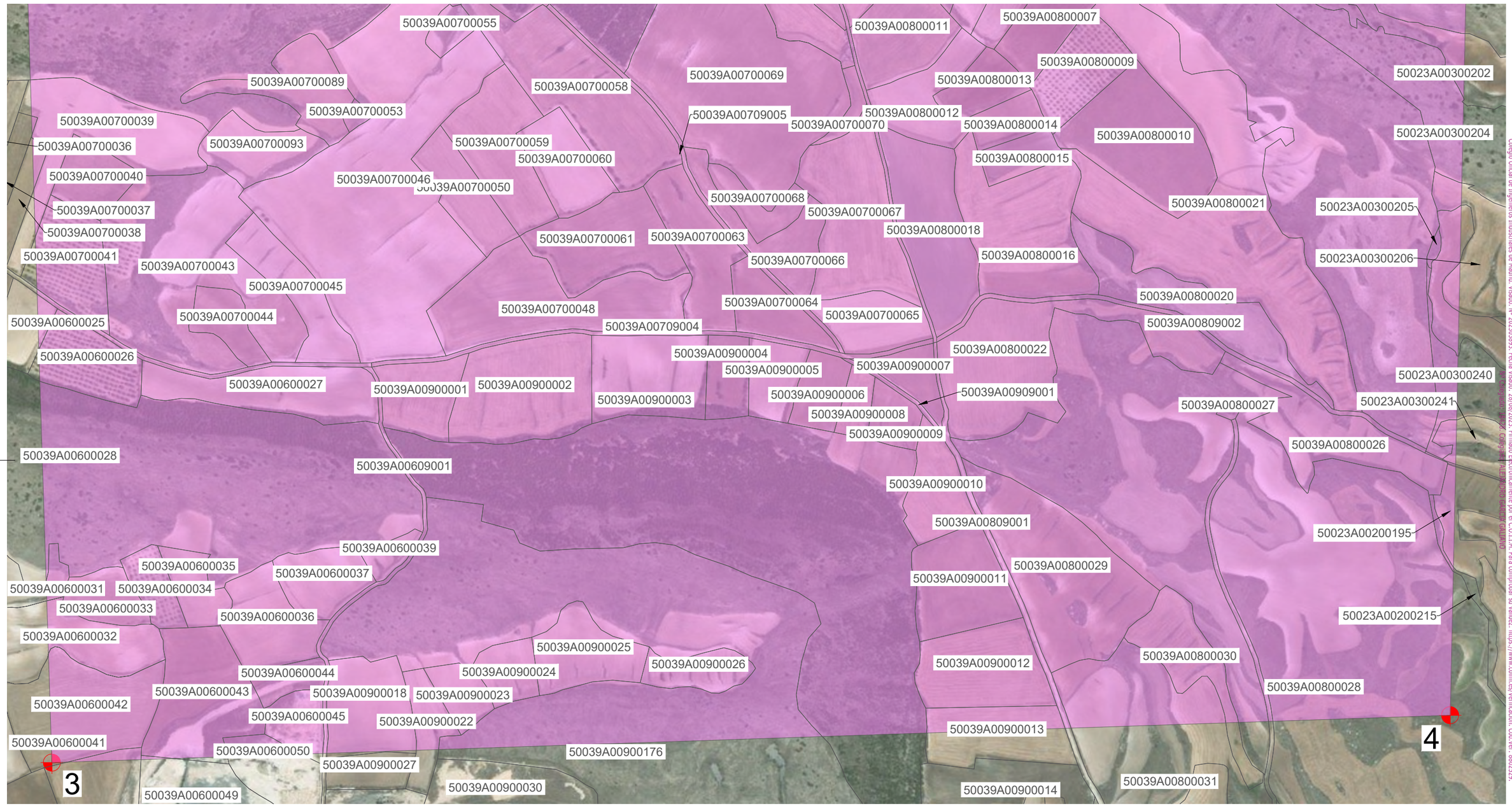
Escala 1:5500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:5500	DIN A3
		Plano: PLANTA GENERAL POLIGONAL	00	EMISIÓN INICIAL	230522	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-03 Hoja: 2 de 3		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Copia Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303833. Fecha Visado: 28/09/2023. Puede verificar su validez en: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802535.
Colegiado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802535.



1 PLANTA GENERAL DE LA POLIGONAL

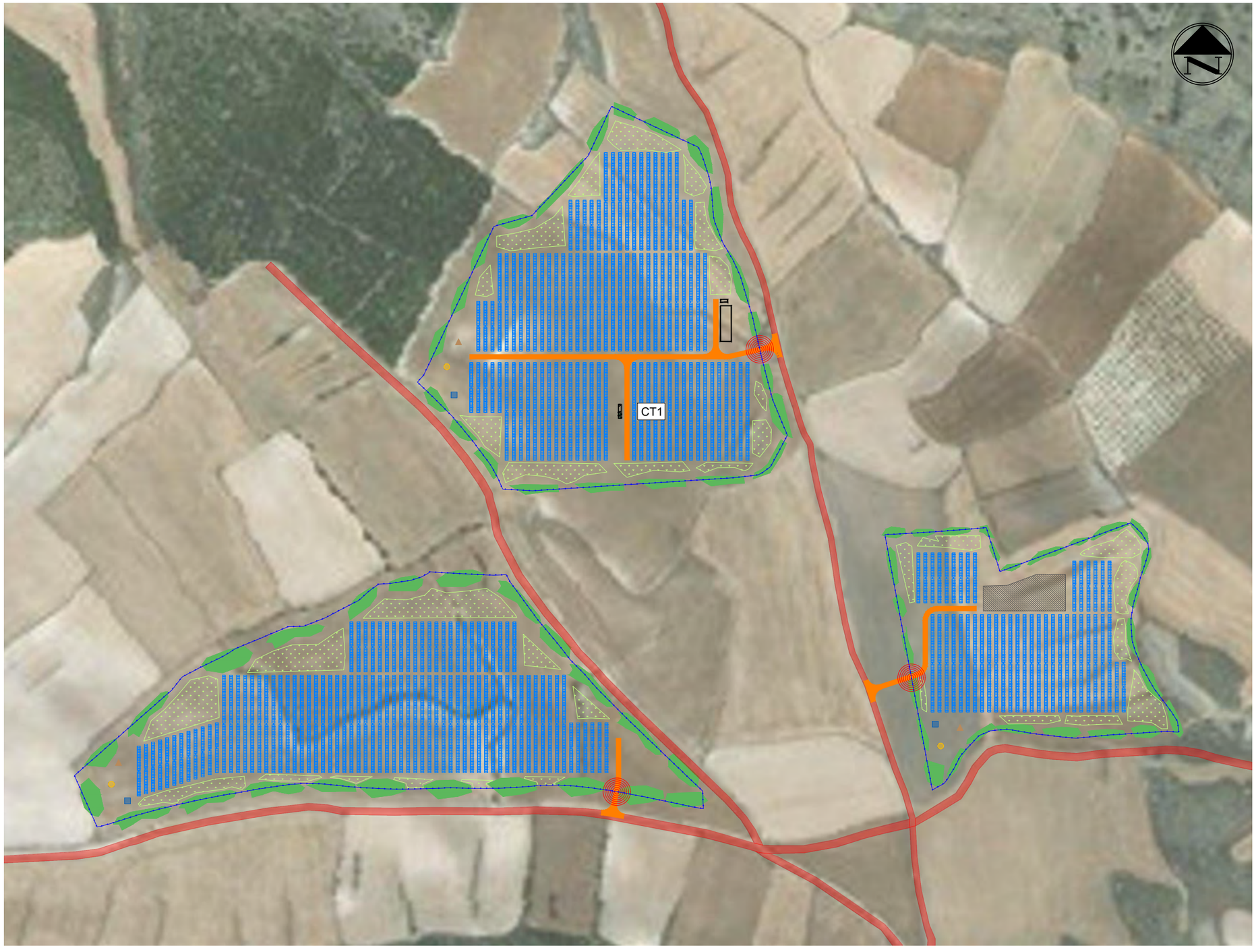
Escala 1:5500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:5500	DIN A3
		Plano: PLANTA GENERAL POLIGONAL	00	EMISIÓN INICIAL	230522	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-03	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 3 de 3	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.



Características de la Planta FV

Potencia pico: 7.215,0 kWp
Potencia total en Inversores @30º: 6,548 MVA
Potencia instalada: 6,548 MW
Potencia nominal: 6,548 MWn
Número de módulos FV: 11.100
Potencia módulo: 650 Wp - Mono

Modelo módulo: CANADIAN BiHiKu7CS7N-650MB-AG
Número módulos en serie: 30
Número de series: 370

Modelo Inversor:
INGECON® SUN 1640TL B630 (4 Uds)
Potencia Inversores @30º: 1637 kVA
Número Centros transformación: 1
CT1: 6.548 kVA (4 inversores)

Estructura:
Seguidor Monofila 1V x 60, 1V x 30.
Número de seguidores: 148 (60), 74 (30) Uds
Pitch: 6 m; GCR: 0,4

Área ocupada (Vallado): 16,23 Ha
Coordenadas vallado recinto 1:
X: 676208.6540
Y: 4575014.4157
Coordenadas vallado recinto 2:
X: 676394.0634
Y: 4575346.7569
Coordenadas vallado recinto 3:
X: 676734.1870
Y: 4575068.4402

Leyenda

- Vallado perimetral
- Seguidor 1Vx60/30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Caminos públicos
- Acceso
- Edificio multiusos y punto limpio
- Pantalla vegetal de bosquetes
- Refugio terrestre, hotel de insectos y arenero
- Hidrosiembra
- Zona de acopio

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 6862329.
Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

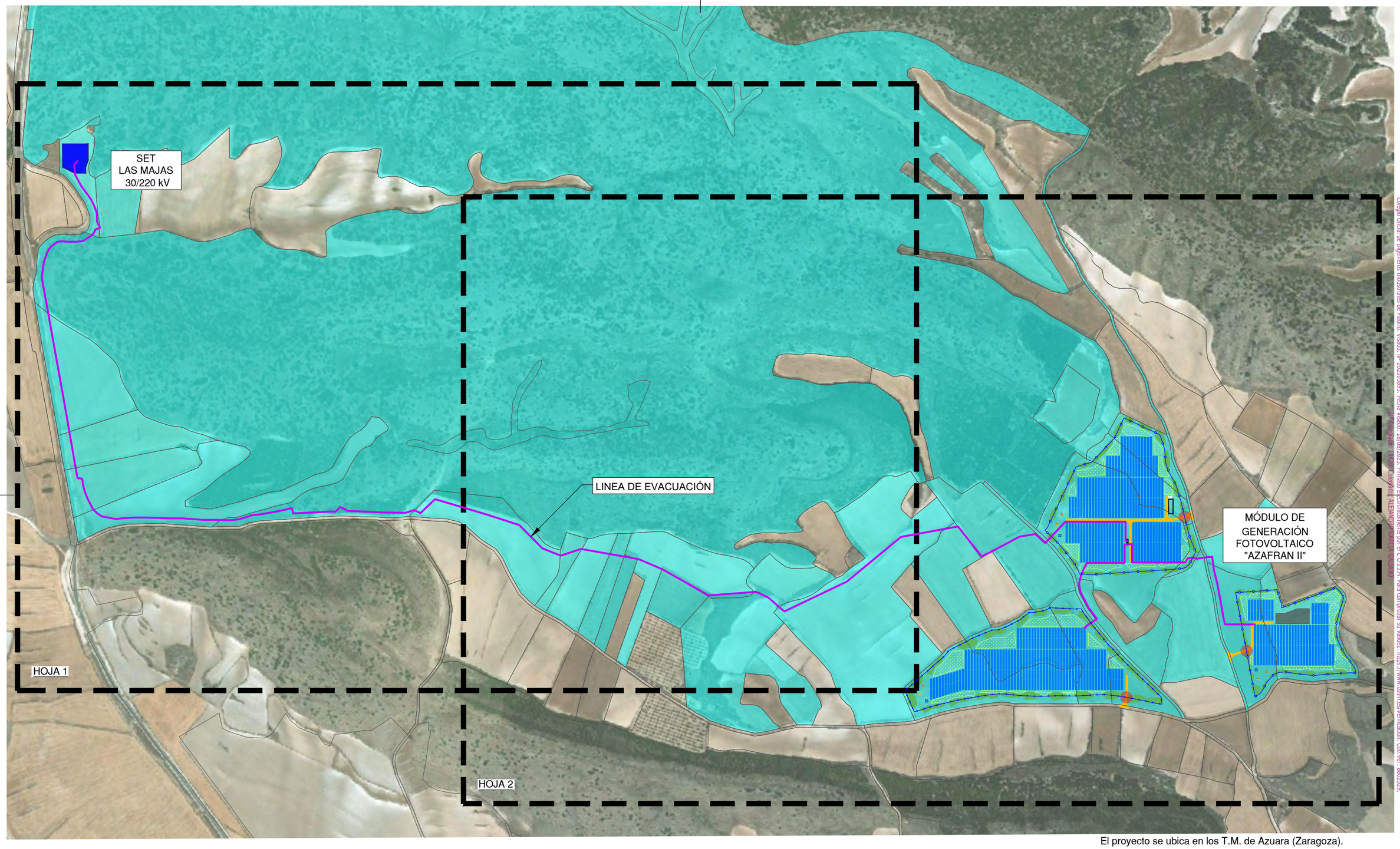
Notas:

- Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

1 PLANTA GENERAL
1:3500

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3500 (0 10 20)	DIN A3
		Plano: IMPLANTACIÓN GENERAL DEL PARQUE	00	EMISIÓN INICIAL	230525	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-04 Hoja: 1 de 1	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

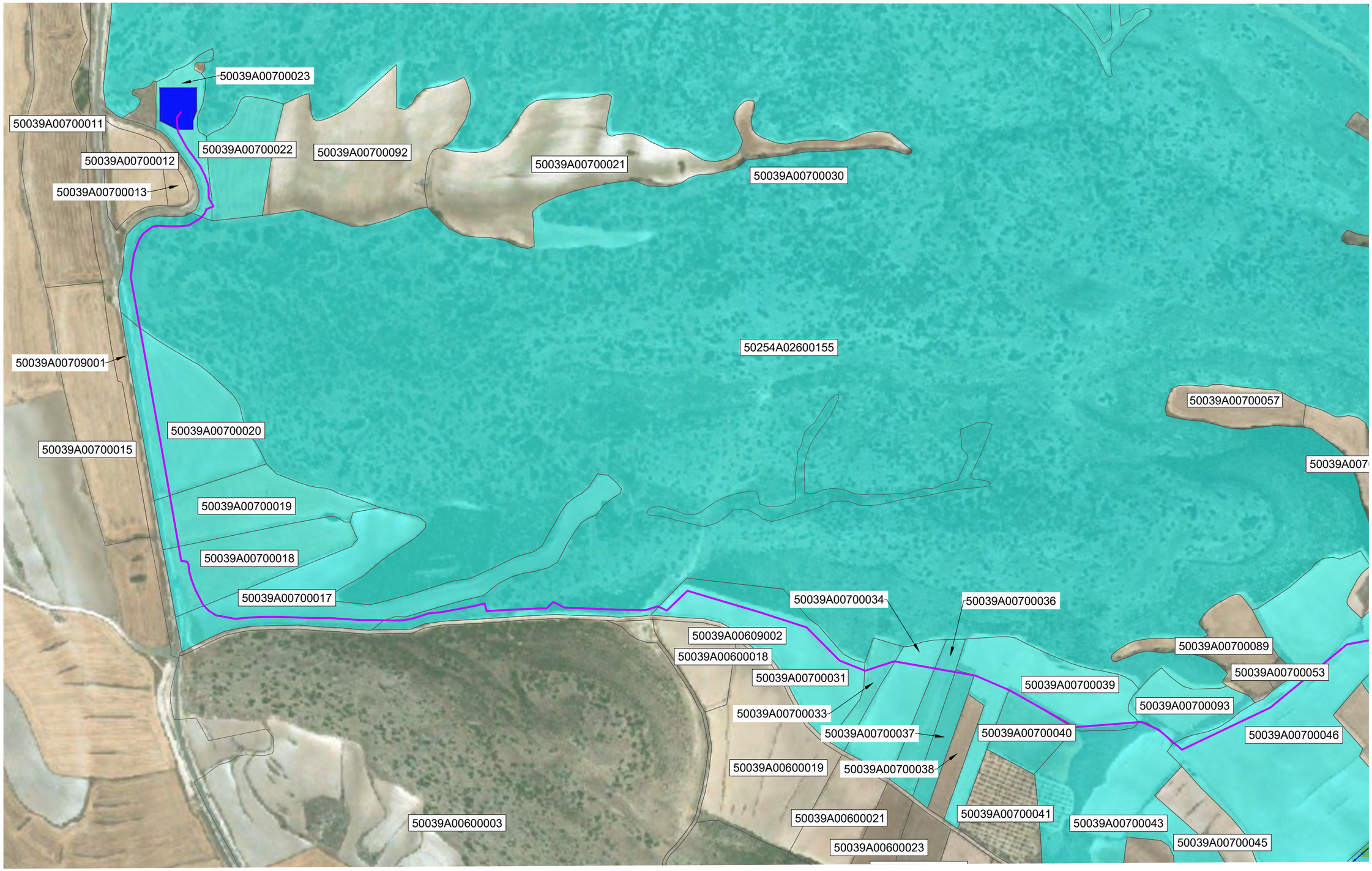
El proyecto se ubica en los T.M. de Azuara (Zaragoza).
Coordenadas:
X: 676399.3825
Y: 4575059.2415
Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

1 PLANTA GENERAL Y LINEA EVACUACION

Escala 1:7.500

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:7.500	DIN A3
		Plano: PLANTA GENERAL DEL PARQUE Y EVACUACIÓN	00	EMISIÓN INICIAL	230523	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-05	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 3	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



1 LINEA EVACUACION

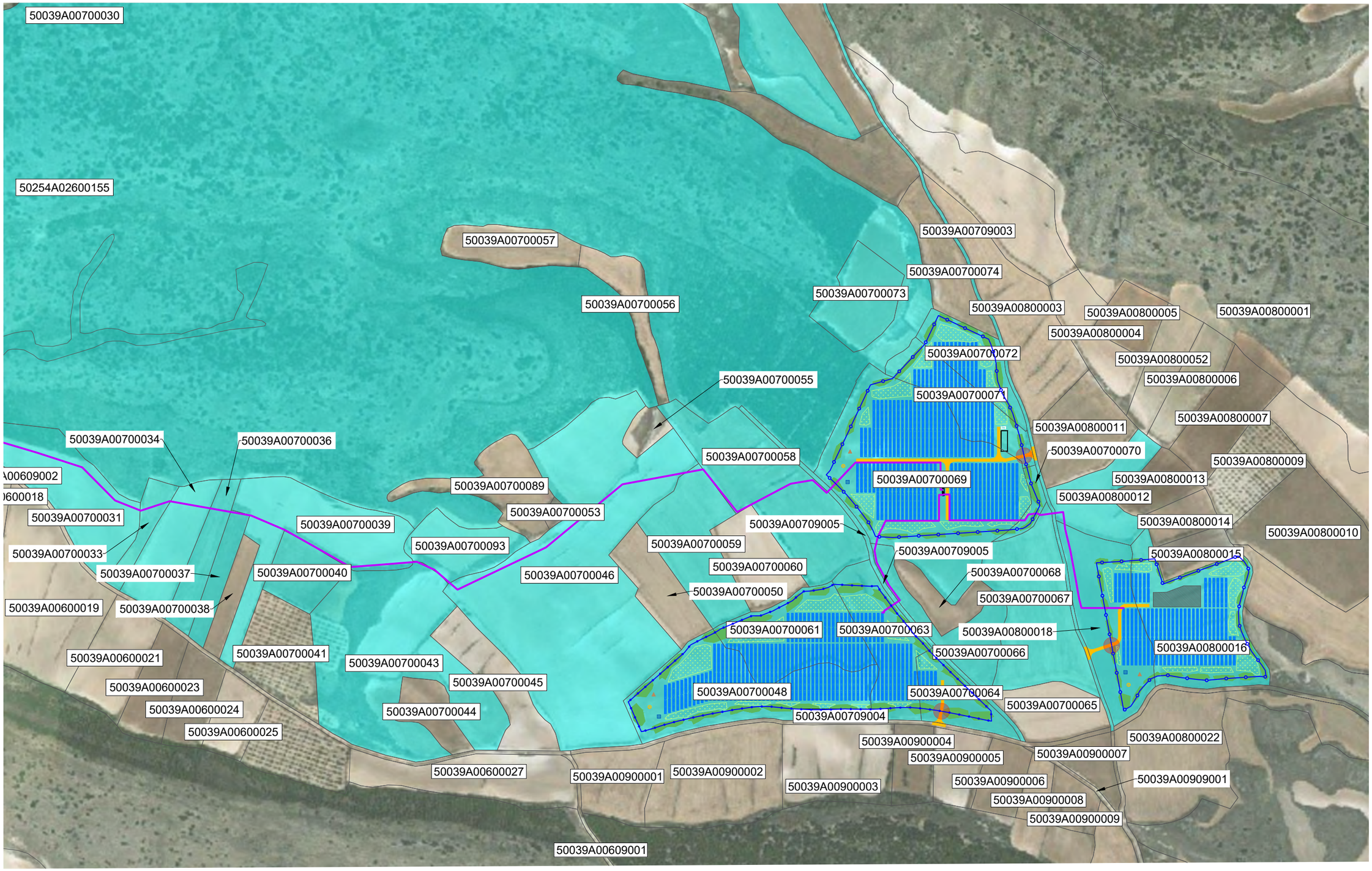
Escala 1:5.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:5.500	DIN A3
		Plano: PLANTA GENERAL DEL PARQUE Y EVACUACIÓN	00	EMISIÓN INICIAL	230523	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-05 Hoja: 2 de 3		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8302529.
Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 PLANTA GENERAL Y LINEA EVACUACION

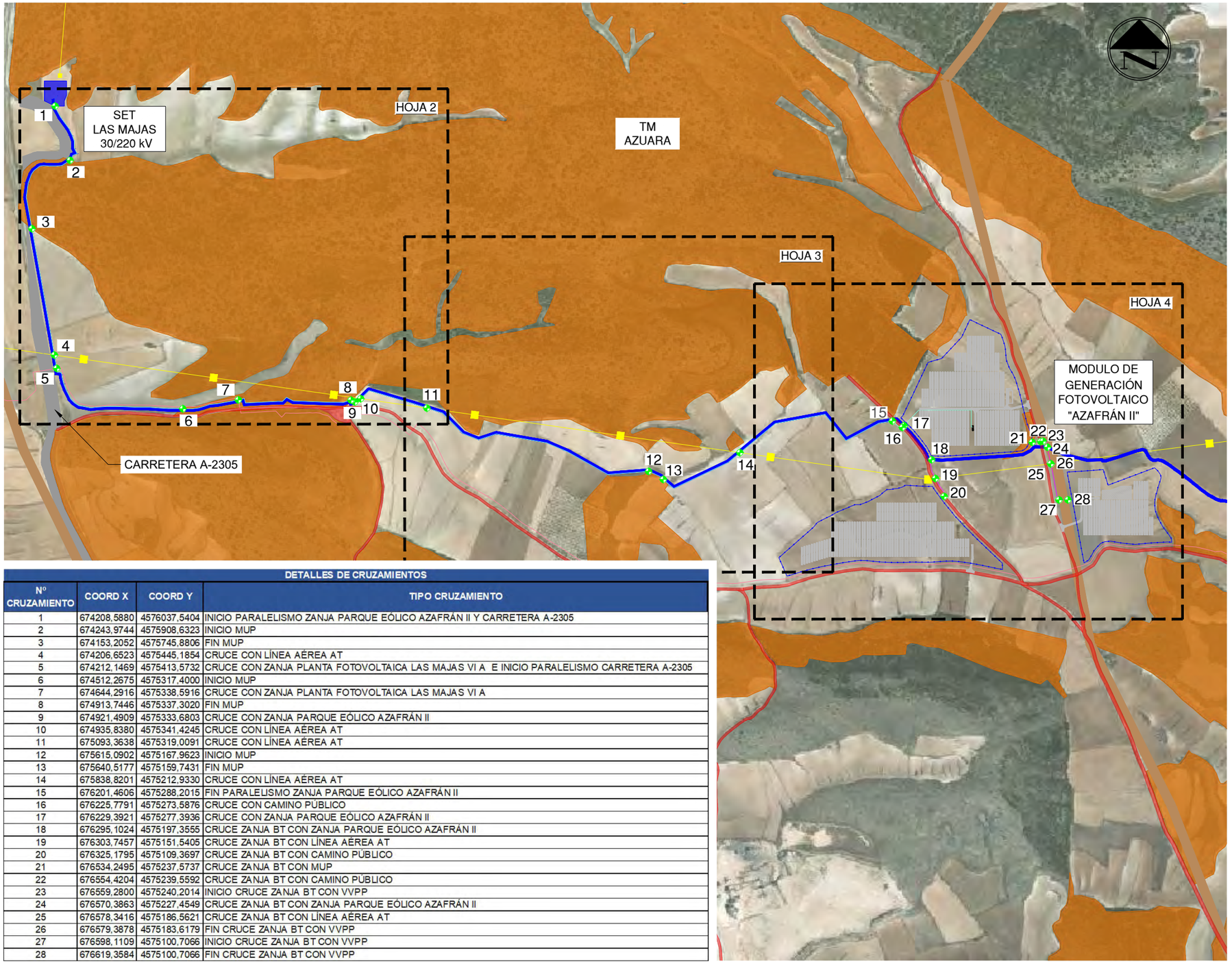
Escala 1:5.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente :	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:5.500	DIN A3
IPC		Plano: PLANTA GENERAL DEL PARQUE Y EVACUACIÓN	00	EMISIÓN INICIAL	230523	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-05	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 3 de 3		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Leyenda

- Línea de evacuación 30 kV
- Zanja BT
- Caminos públicos
- Carretera
- Línea eléctrica de AT y apoyos
- MUP
- Vías pecuarias
- Zanja y servidumbres Parque EO AZAFRÁN II
- Zanja Planta FV LAS MAJAS VI A
- Vallado perimetral
- Seguidor 1Vx60/30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Edificio multiusos y punto limpio
- Zona de acopio

DETALLES DE CRUZAMIENTOS

Nº CRUZAMIENTO	COORD X	COORD Y	TIPO CRUZAMIENTO
1	674208,5880	4576037,5404	INICIO PARALELISMO ZANJA PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II Y CARRETERA A-2305
2	674243,9744	4575908,6323	INICIO MUP
3	674153,2052	4575745,8806	FIN MUP
4	674206,6523	4575445,1854	CRUCE CON LÍNEA AÉREA AT
5	674212,1469	4575413,5732	CRUCE CON ZANJA PLANTA FOTOVOLTAICA LAS MAJAS VI A E INICIO PARALELISMO CARRETERA A-2305
6	674512,2675	4575317,4000	INICIO MUP
7	674644,2916	4575338,5916	CRUCE CON ZANJA PLANTA FOTOVOLTAICA LAS MAJAS VI A
8	674913,7446	4575337,3020	FIN MUP
9	674921,4909	4575333,6803	CRUCE CON ZANJA PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
10	674935,8380	4575341,4245	CRUCE CON LÍNEA AÉREA AT
11	675093,3638	4575319,0091	CRUCE CON LÍNEA AÉREA AT
12	675615,0902	4575167,9623	INICIO MUP
13	675640,5177	4575159,7431	FIN MUP
14	675838,8201	4575212,9330	CRUCE CON LÍNEA AÉREA AT
15	676201,4606	4575288,2015	FIN PARALELISMO ZANJA PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
16	676225,7791	4575273,5876	CRUCE CON CAMINO PÚBLICO
17	676229,3921	4575277,3936	CRUCE CON ZANJA PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
18	676295,1024	4575197,3555	CRUCE ZANJA BT CON ZANJA PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
19	676303,7457	4575151,5405	CRUCE ZANJA BT CON LÍNEA AÉREA AT
20	676325,1795	4575109,3697	CRUCE ZANJA BT CON CAMINO PÚBLICO
21	676534,2495	4575237,5737	CRUCE ZANJA BT CON MUP
22	676554,4204	4575239,5592	CRUCE ZANJA BT CON CAMINO PÚBLICO
23	676559,2800	4575240,2014	INICIO CRUCE ZANJA BT CON VVPP
24	676570,3863	4575227,4549	CRUCE ZANJA BT CON ZANJA PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
25	676578,3416	4575186,5621	CRUCE ZANJA BT CON LÍNEA AÉREA AT
26	676579,3878	4575183,6179	FIN CRUCE ZANJA BT CON VVPP
27	676598,1109	4575100,7066	INICIO CRUCE ZANJA BT CON VVPP
28	676619,3584	4575100,7066	FIN CRUCE ZANJA BT CON VVPP

1 PLANTA GENERAL Y LÍNEA DE EVACUACIÓN

1:10.000

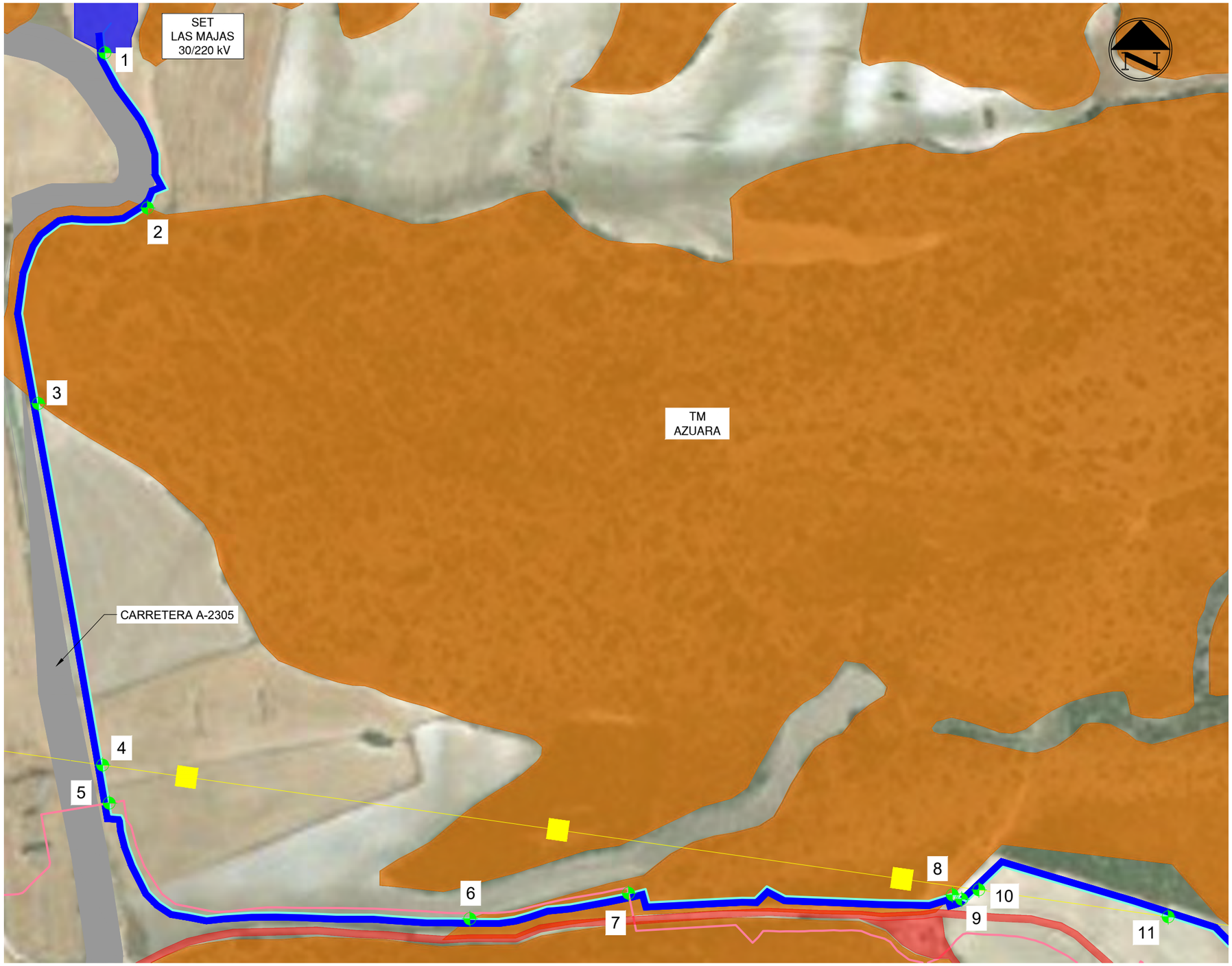
Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802525. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:10.000
		Plano: SERVICIOS AFECTADOS	00	EMISIÓN INICIAL	230526	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-06
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 4

DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



Leyenda

- Línea de evacuación 30 kV
- Zanja BT
- Caminos públicos
- Carretera
- Línea eléctrica de AT y apoyos
- MUP
- Vías pecuarias
- Zanja y servidumbres Parque EO AZAFRÁN II
- Zanja Planta FV LAS MAJAS VI A
- Vallado perimetral
- Seguidor 1Vx60/30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Edificio multiusos y punto limpio
- Zona de acopio

1 LÍNEA DE EVACUACIÓN
1:3.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802329. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500
		Plano: SERVICIOS AFECTADOS	00	EMISIÓN INICIAL	230526	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-06	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 2 de 4	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



Leyenda

- Línea de evacuación 30 kV
- Zanja BT
- Caminos públicos
- Carretera
- Línea eléctrica de AT y apoyos
- MUP
- Vías pecuarias
- Zanja y servidumbres Parque EO AZAFRÁN II
- Zanja Planta FV LAS MAJAS VI A
- Vallado perimetral
- Seguidor 1Vx60/30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Edificio multiusos y punto limpio
- Zona de acopio

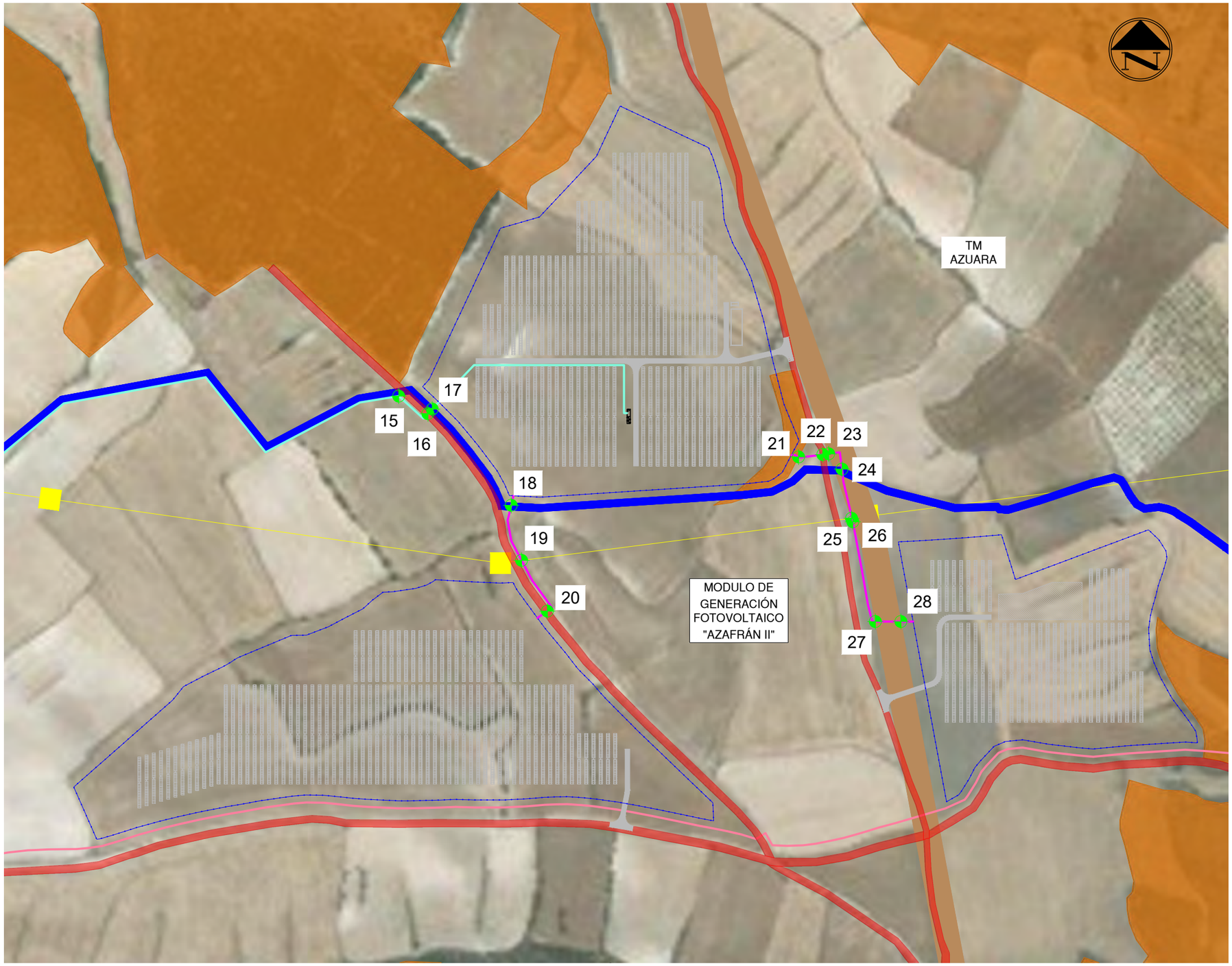
1 LÍNEA DE EVACUACIÓN
1:3.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500 (0 10 20)	DIN A3
		Plano: SERVICIOS AFECTADOS	00	EMISIÓN INICIAL	230526	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-06 Hoja: 3 de 4		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802329. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Leyenda

- Línea de evacuación 30 kV
- Zanja BT
- Caminos públicos
- Carretera
- Línea eléctrica de AT y apoyos
- MUP
- Vías pecuarias
- Zanja y servidumbres Parque EO AZAFRÁN II
- Zanja Planta FV LAS MAJAS VI A
- Vallado perimetral
- Seguidor 1Vx60/30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Edificio multiusos y punto limpio
- Zona de acopio

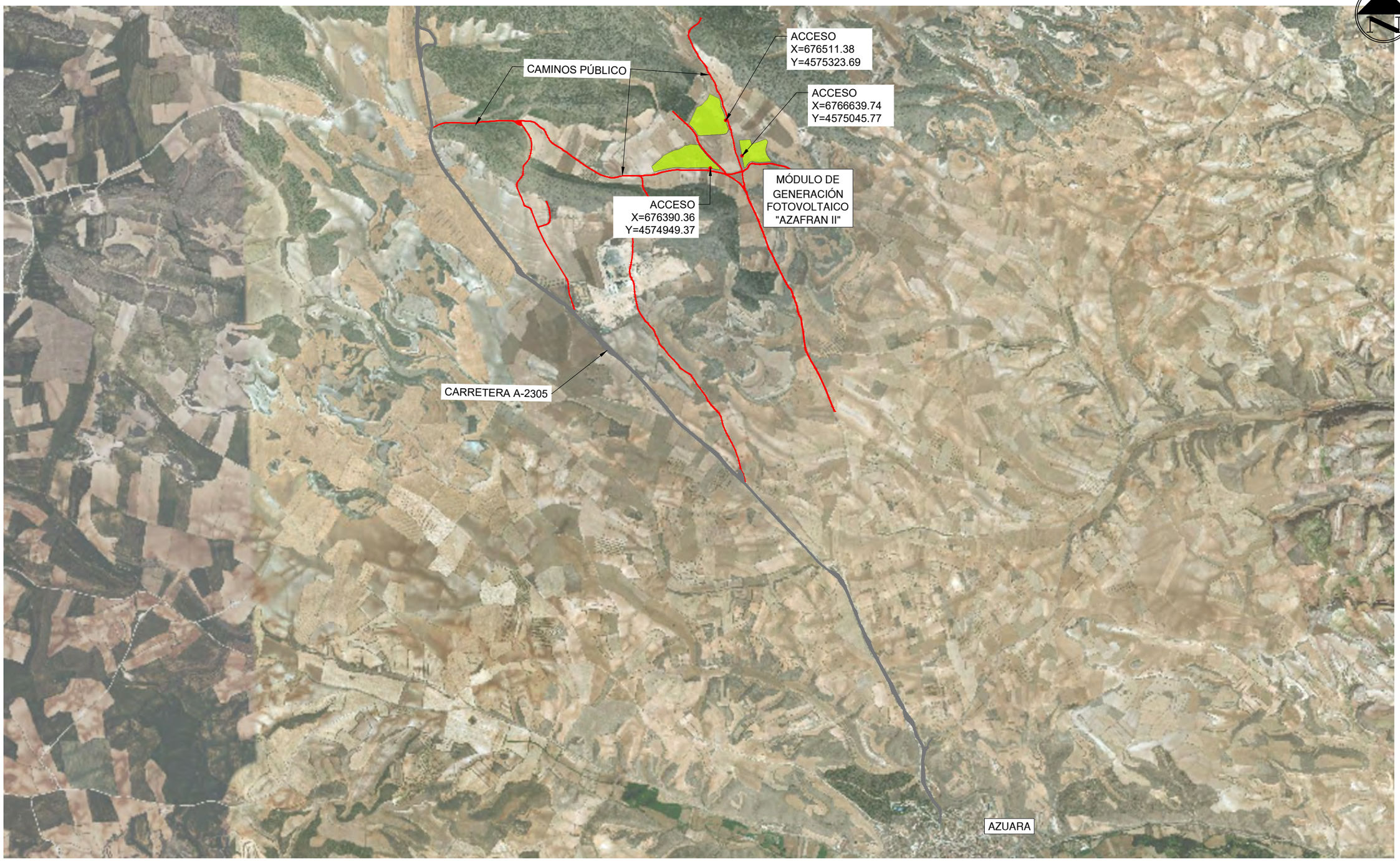
1 PLANTA GENERAL Y LÍNEA DE EVACUACIÓN
1:3.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500	DIN A3
		Plano: SERVICIOS AFECTADOS	00	EMISIÓN INICIAL	230526	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-06 Hoja: 4 de 4		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electronicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 ACCESOS POR CARRETERA

Escala 1:30.000

NOTAS:

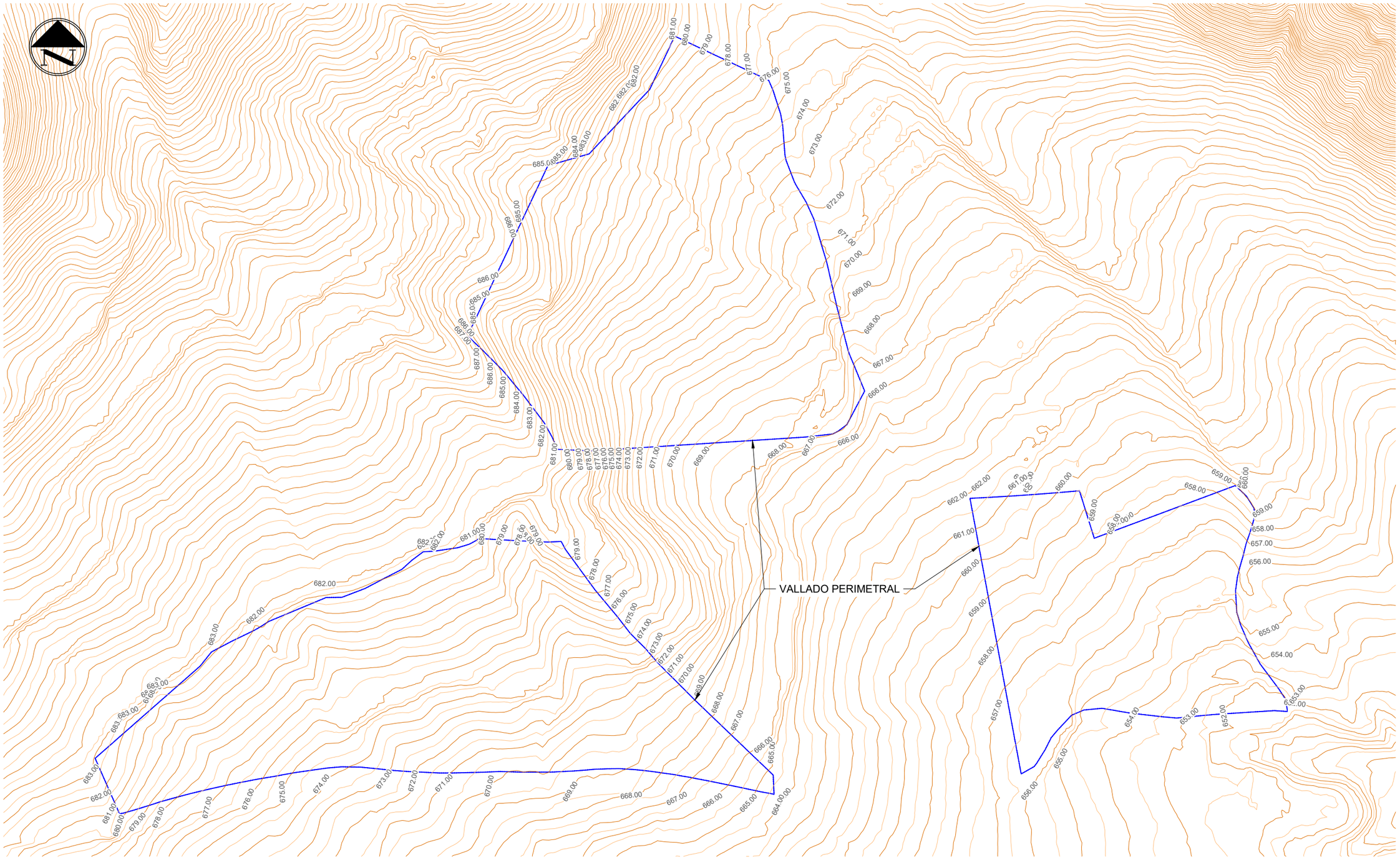
1. El acceso a los tres recintos del módulo de generación se realiza por la carretera A-2305 y caminos públicos.
2. Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:30.000
		Plano: ACCESOS POR CARRETERA	00	EMISIÓN INICIAL	230524	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-07
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1

DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 TOPOGRAFÍA
1:3000

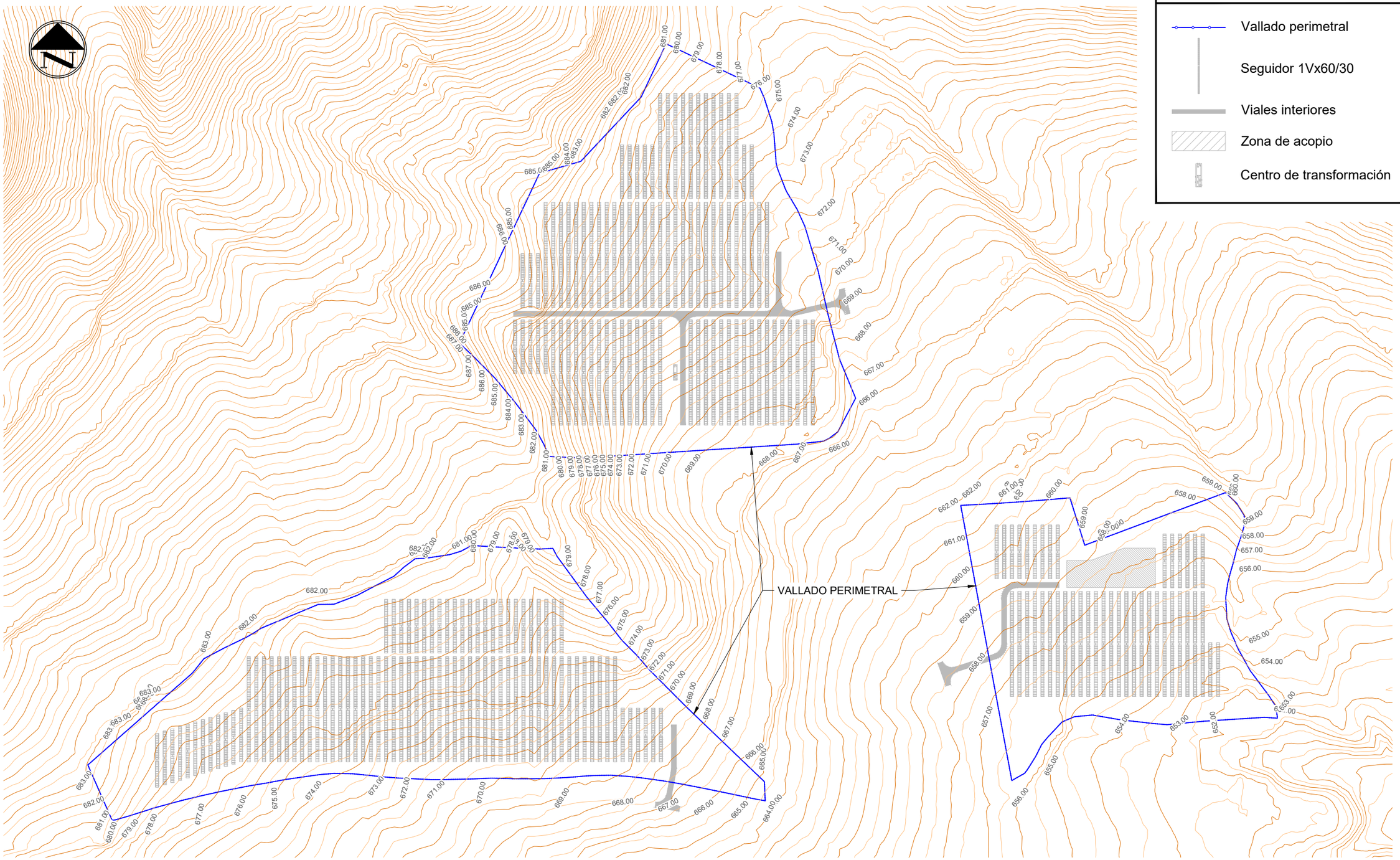
Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3000
		Plano: TOPOGRAFÍA	00	EMISIÓN INICIAL	230525	ABLL	DAJ	AGG	Nº Plano: CE-DW-08
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 2

DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Leyenda

- Vallado perimetral
- Seguidor 1Vx60/30
- Viales interiores
- Zona de acopio
- Centro de transformación

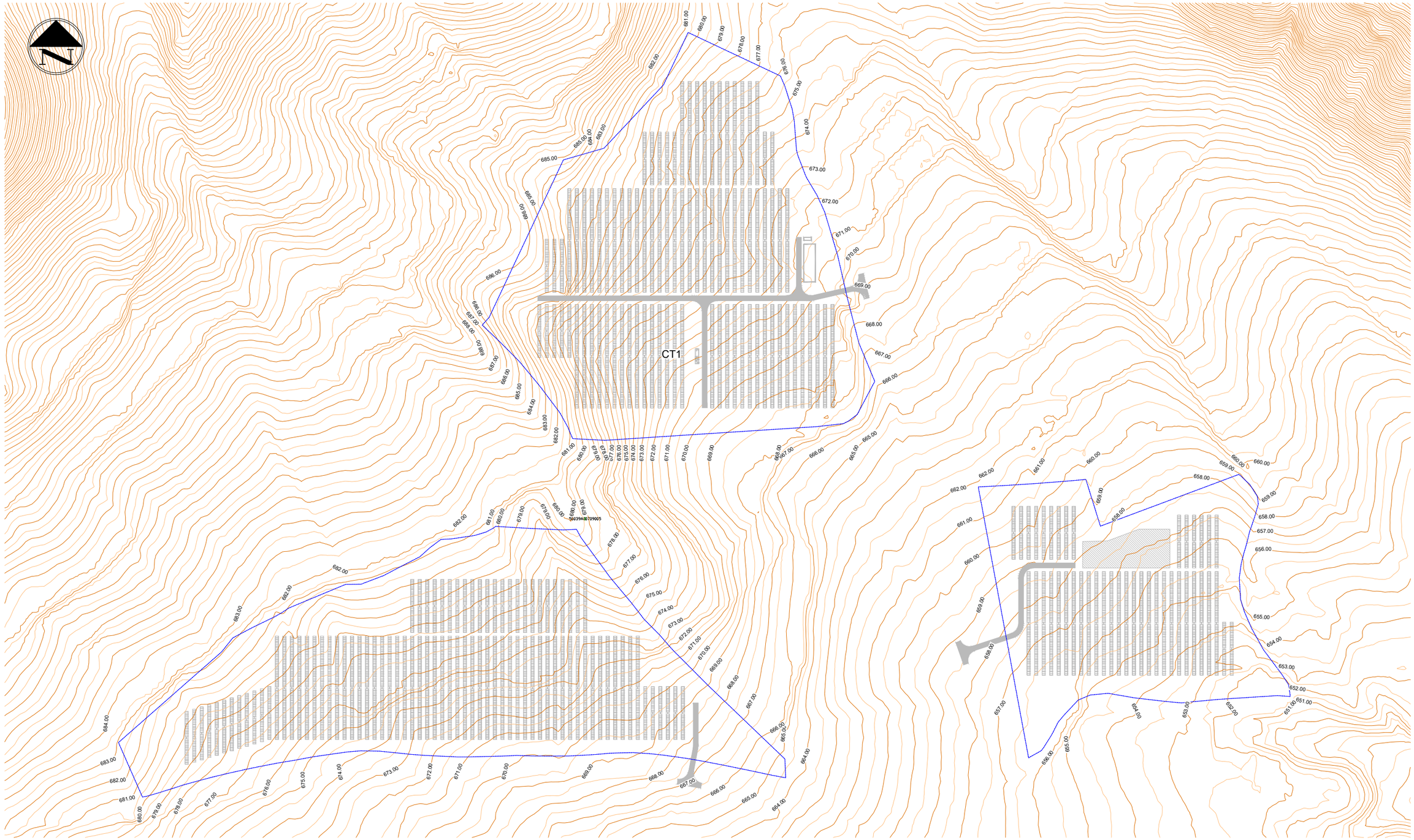
1 TOPOGRAFÍA
1:3000

Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente :	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3000	DIN A3
IPC		Plano: TOPOGRAFÍA	00	EMISIÓN INICIAL	230525	ABLL	DAJ	AGG	Nº Plano: CE-DW-08	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 2 de 2		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 TOPOGRAFÍA INICIAL CON INSTALACIONES
1:3000

Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3000
		Plano: ACONDICIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	0A	EMISION INICIAL	230524	LSB	DAJ	AGG	Nº Plano: CE-DW-09	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 3	0 10 20

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

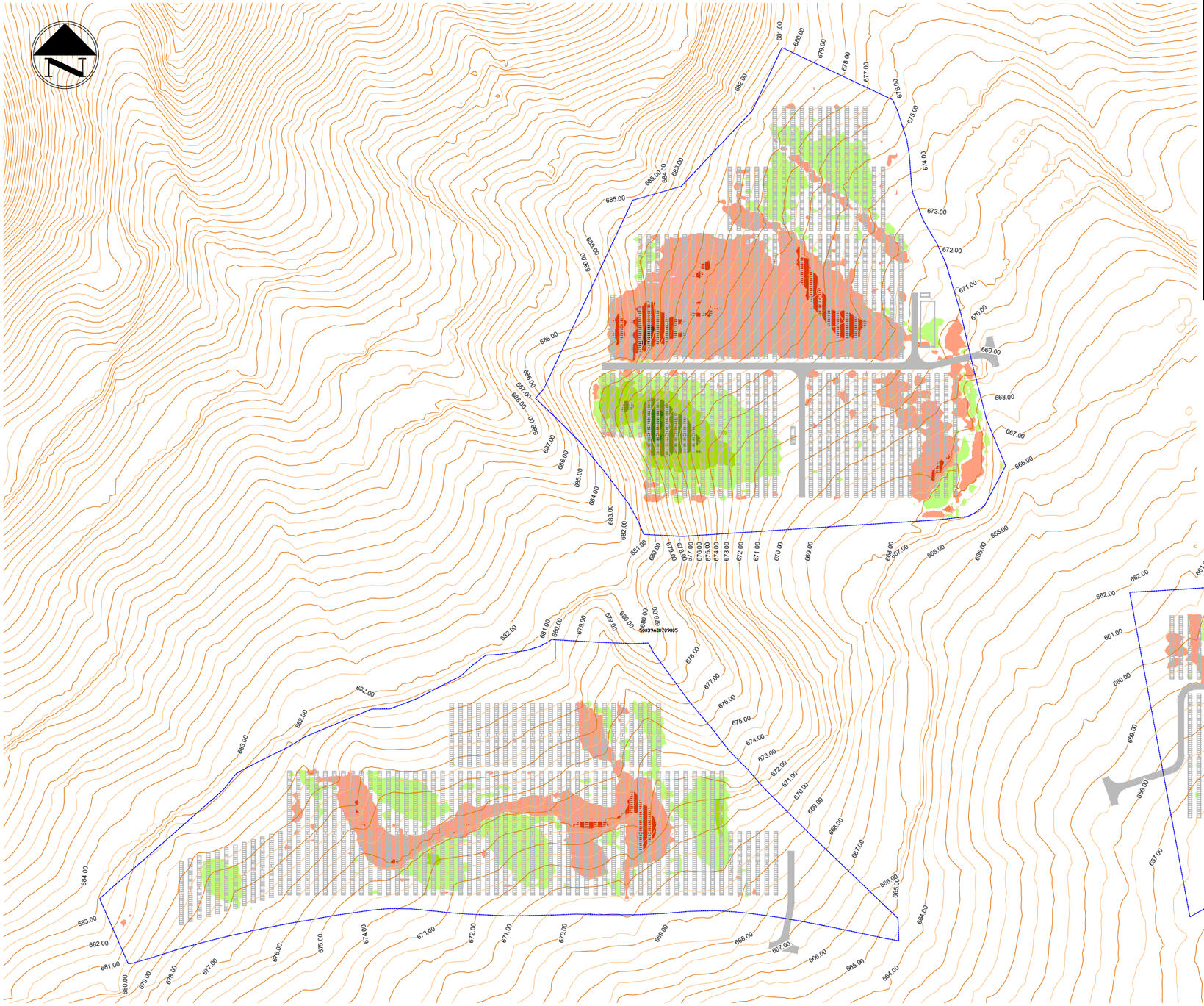


Tabla Elevaciones			
Elevación mínima (m)	**Elevación máxima (m)**	**Área (m²)**	**Color**
-1.20	-1.00	83.79	
-1.00	-0.50	2264.39	
-0.50	-0.05	26201.37	
0.05	0.50	19812.97	
0.50	1.00	2046.30	
1.00	1.50	887.95	
1.50	1.80	168.82	

Tabla de volúmenes	
Área Desmonte	28.549,55 m²
Área Terraplén	22.916,04 m²
Volumen Tierra vegetal	10.293,118 m³
Volumen Desmonte	7.306,86 m³
Volumen Terraplén	6.983,76 m³
Volumen neto	323,10 m³ Desmonte

1 MOVIMIENTO DE TIERRAS
1:3000

NOTAS:

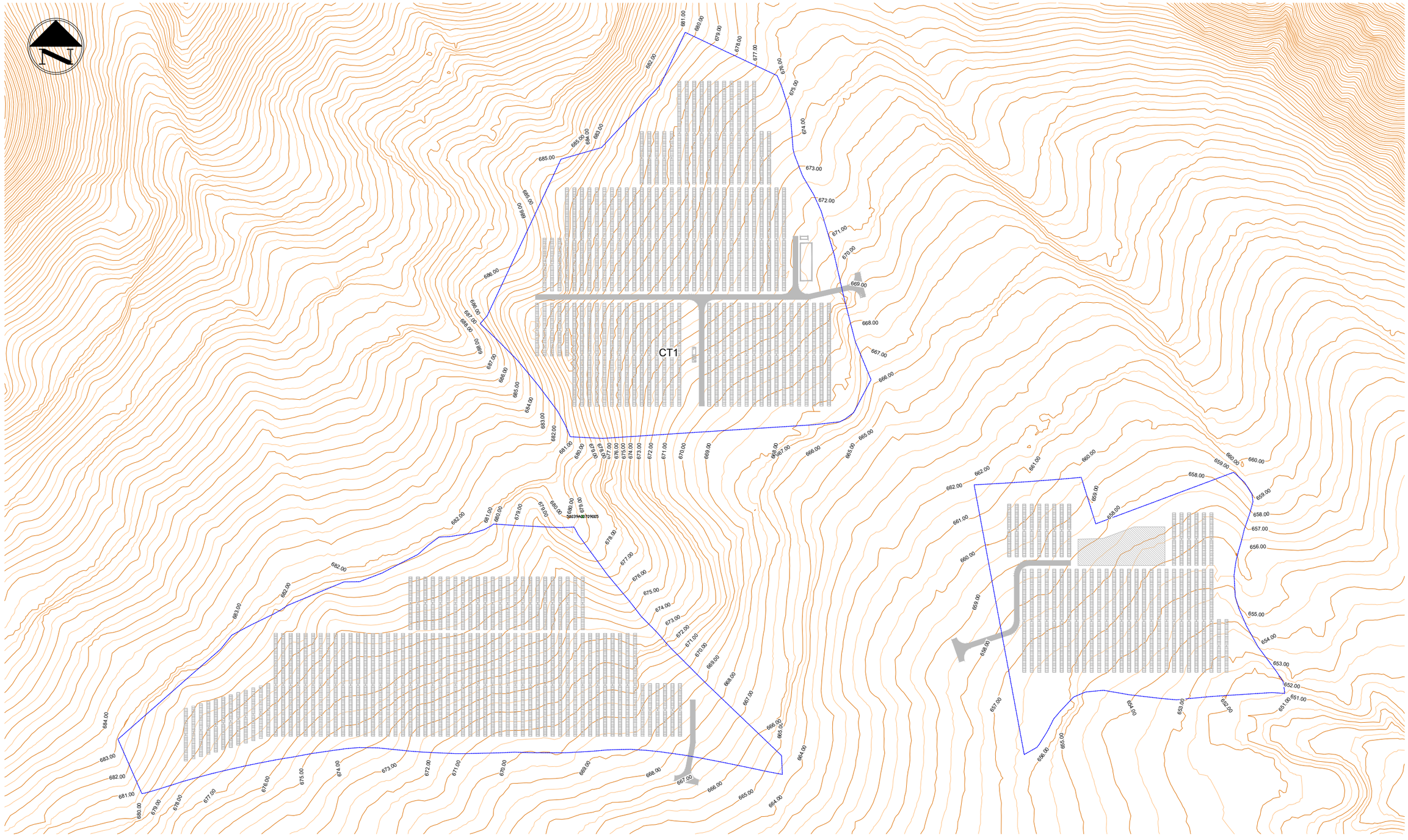
1. Tolerancias del seguidor consideradas: Pdte N-S max: 15%
2. Tolerancia en altura de hincas: 30cm
3. Para el cálculo de TV se ha tenido en cuenta un espesor de 20cm, una vez se disponga de ifnorme geotécnico definitivo se calculará en detalle.

Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3000	DIN A3
		Plano: ACONDICIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	0A	EMISION INICIAL	230524	LSB	DAJ	AGG	Nº Plano: CE-DW-09 Hoja: 2 de 3	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303803. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.; Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 TOPOGRAFÍA FINAL CON INSTALACIONES

1:3000

Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3000	DIN A3
		Plano: ACONDICIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	0A	EMISION INICIAL	230524	LSB	DAJ	AGG	Nº Plano: CE-DW-09 Hoja: 3 de 3		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8803529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

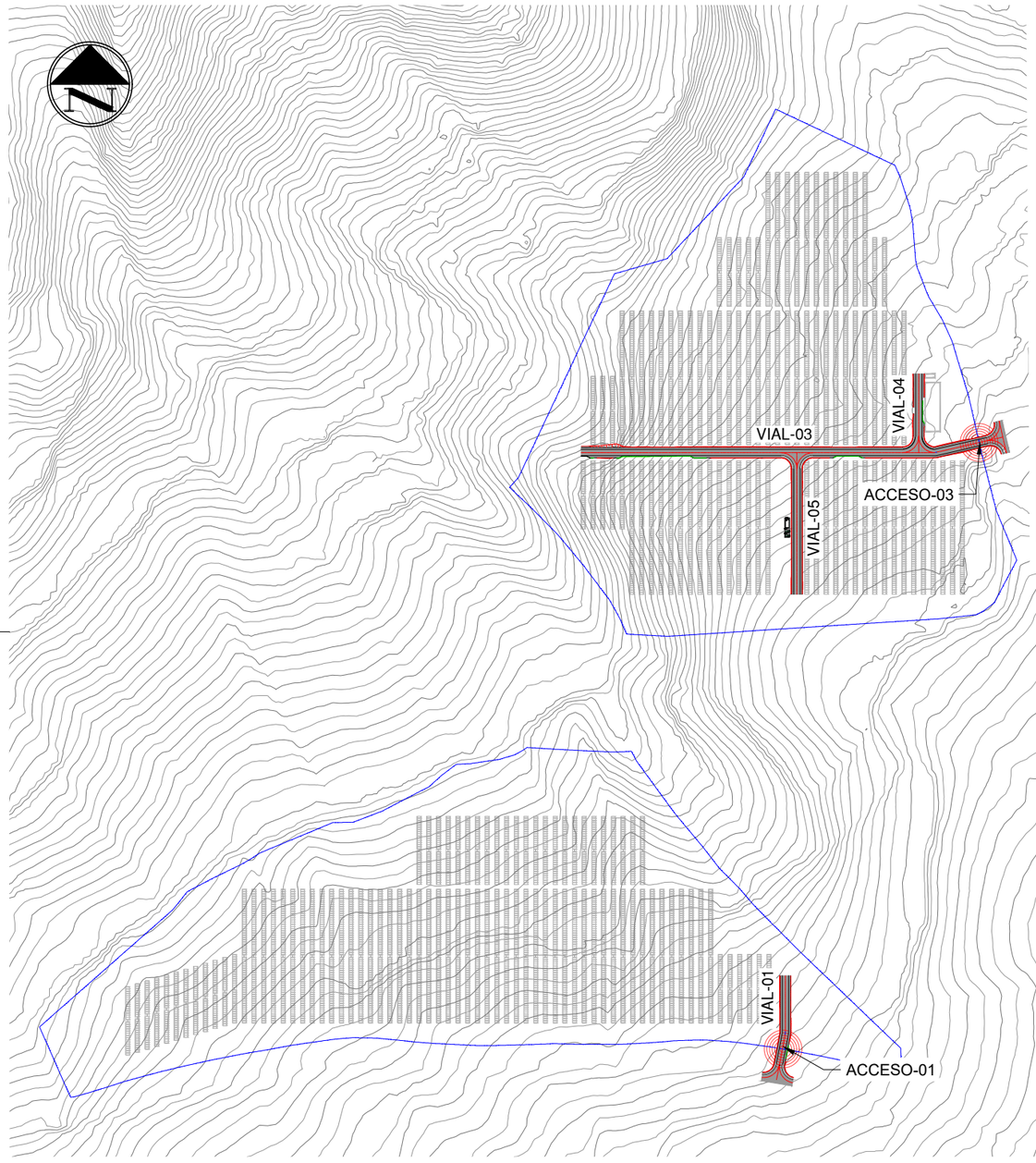


TABLA DE CARACTERISTICAS DE VIALES								
VIAL 01								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	28.285m	0+000.00m	0+028.29m	(676386.2855,4574930.5688)	(676391.5853,4574958.3532)		
2	Curva	1.885m	0+028.29m	0+030.17m	(676391.5853,4574958.3532)	(676391.7624,4574960.2269)	10.000m	1.882m
3	Línea	34.417m	0+030.17m	0+064.59m	(676391.7624,4574960.2269)	(676391.7624,4574994.6437)		
VIAL 02								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	42.554m	0+000.00m	0+042.55m	(676604.0872,4575035.0976)	(676644.5067,4575048.4073)		
2	Curva	12.527m	0+042.55m	0+055.08m	(676644.5067,4575048.4073)	(676651.3790,4575057.9056)	10.000m	11.724m
3	Línea	36.424m	0+055.08m	0+091.50m	(676651.3790,4575057.9056)	(676651.3790,4575094.3292)		
4	Curva	15.708m	0+091.50m	0+107.21m	(676651.3790,4575094.3292)	(676661.3790,4575104.3292)	10.000m	14.142m
5	Línea	33.192m	0+107.21m	0+140.40m	(676661.3790,4575104.3292)	(676694.5710,4575104.3292)		
VIAL 03								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	41.869m	0+000.00m	0+041.87m	(676525.9818,4575327.0271)	(676485.1616,4575317.7134)		
2	Curva	2.243m	0+041.87m	0+044.11m	(676485.1616,4575317.7134)	(676482.9371,4575317.4629)	10.000m	2.239m
3	Línea	217.258m	0+044.11m	0+261.37m	(676482.9371,4575317.4629)	(676265.6794,4575317.4629)		
VIAL 04								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	48.620m	0+000.00m	0+048.62m	(676474.0634,4575317.4629)	(676474.0634,4575366.0829)		
VIAL 05								
Tramo	Tipo	Longitud	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Radio	Longitud de cuerda
1	Línea	87.420m	0+000.00m	0+087.42m	(676398.8714,4575317.4629)	(676398.8714,4575230.0429)		

VIAL 01	
LONGITUD	64,587 m
DESBROCE T.V	67,254 m³
DESMONTE	97,47 m³
TERRAPLEN	0 m³
ZAHORRA ARTIFICIA	51,6696 m³
ZAHORRA NATURAL	25,8348 m³

VIAL 02	
LONGITUD	140,405 m
DESBROCE T.V	166,178 m³
DESMONTE	215,35 m³
TERRAPLEN	0,04 m³
ZAHORRA ARTIFICIA	112,324 m³
ZAHORRA NATURAL	56,162 m³

VIAL 03	
LONGITUD	261,37 m
DESBROCE T.V	305,182 m³
DESMONTE	463,29 m³
TERRAPLEN	17,33 m³
ZAHORRA ARTIFICIA	209,096 m³
ZAHORRA NATURAL	104,548 m³

VIAL 04	
LONGITUD	48,62 m
DESBROCE T.V	50,222 m³
DESMONTE	62,99 m³
TERRAPLEN	3,08 m³
ZAHORRA ARTIFICIA	38,896 m³
ZAHORRA NATURAL	19,448 m³

VIAL 05	
LONGITUD	87,42 m
DESBROCE T.V	105,448 m³
DESMONTE	135 m³
TERRAPLEN	0 m³
ZAHORRA ARTIFICIA	69,936 m³
ZAHORRA NATURAL	34,968 m³

TOTAL VIALES	
LONGITUD	553,782 m
DESBROCE T.V	694,284 m³
DESMONTE	974,1 m³
TERRAPLEN	20,45 m³
ZAHORRA ARTIFICIA	481,9216 m³
ZAHORRA NATURAL	240,9608 m³

1 PLANTA GENERAL VIALES

1:3.500

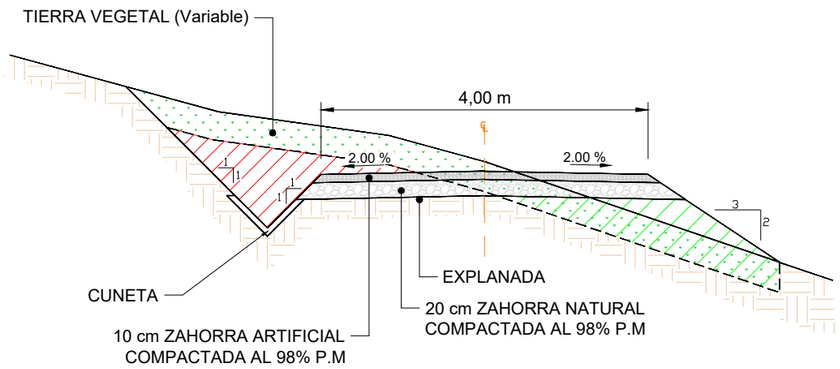
Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500	DIN A3
		Plano: VIALES PLANTA	0A	EMISIÓN INICIAL	230530	JCC	JLA	LP	Nº Plano: CE-DW-10		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1		

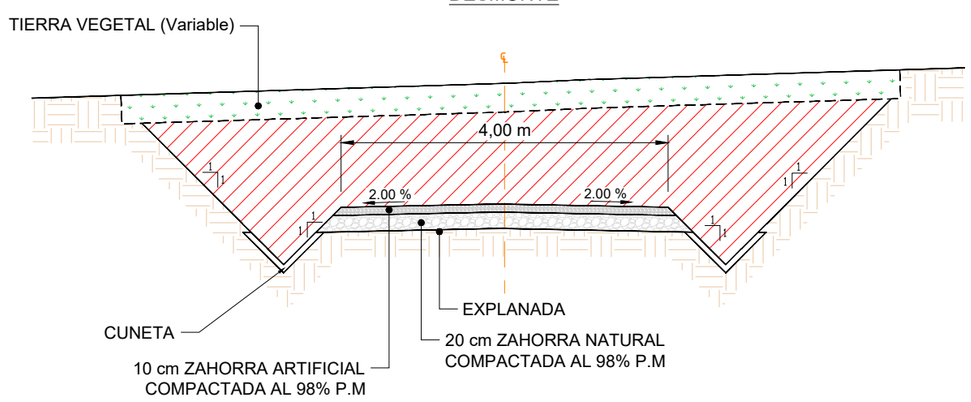
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

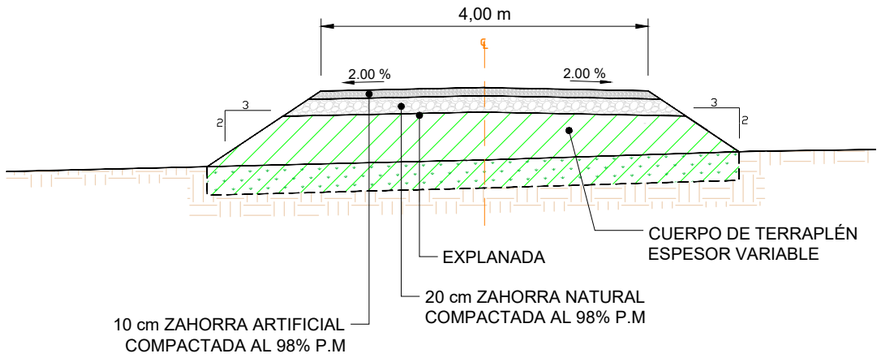
DESMONTE Y TERRAPLÉN



DESMONTE



TERRAPLÉN



LEYENDA

- FIRME
- TIERRA VEGETAL
- DESMONTE
- TERRAPLEN

NOTAS:

Explanada:

- Los materiales para el terraplén serán los correspondientes a los de uso en cada una de sus zonas teniendo en cuenta el artículo 330 del PG3.
- El nivel de explanada bajo el paquete de firme será como mínimo E1. (5 ≤ CBR < 10)
- En ningún caso será apto para el terraplén el material marginal.
- El material de relleno se extenderá en tongadas de 30cm.
- El nivel de compactación se corresponderá con una densidad seca no inferior al 95% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

Firme:

- Las zahorras cumplirán las prescripciones que figuran en el artículo 510 del PG3.
- El nivel de compactación de las capas base y sub-base se corresponderá con uina densidad seca no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.

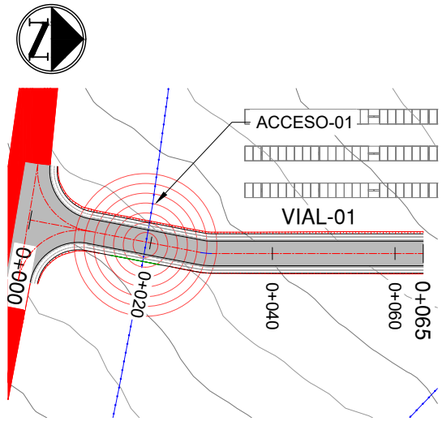
Cunetas:

- El tipo y dimensiones de la cuneta podrán variar en función de los cálculos hidráulicos.
- Las cunetas con pendientes inferiores al 1% y superiores al 3% serán revestidas.

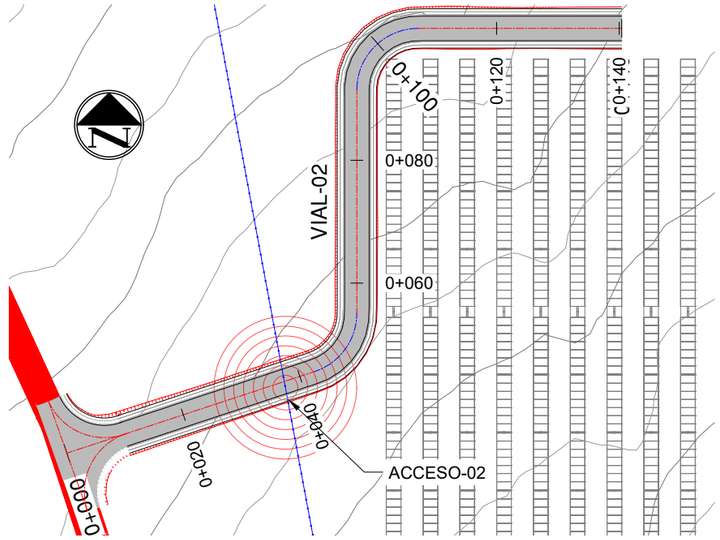
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 88023525.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:20
		Plano: SECCIÓN TIPO VIALES	00	EMISIÓN INICIAL	230421	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-11	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1	

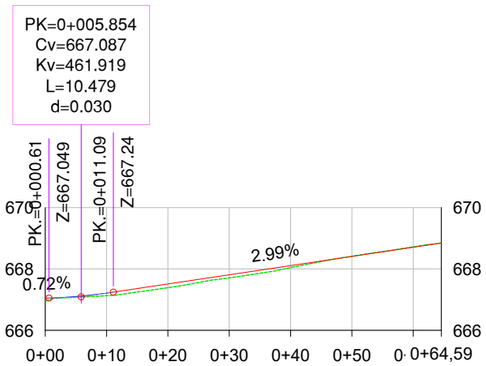
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



1 PLANTA VIAL 01
1:1000

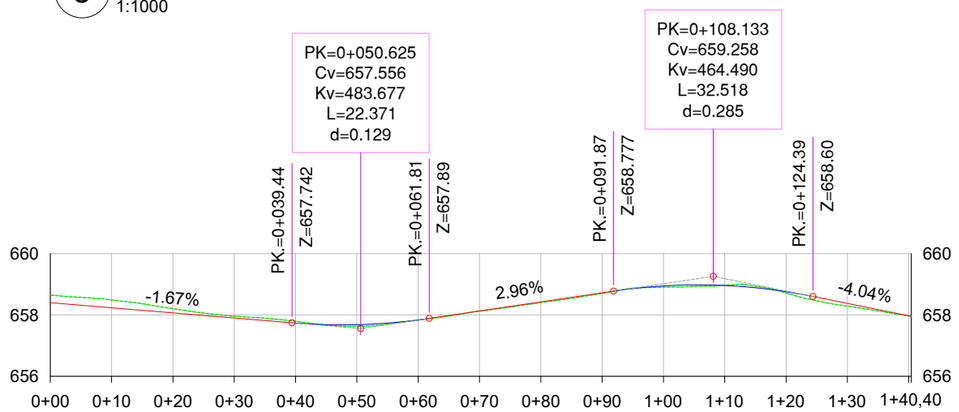


3 PLANTA VIAL 02
1:1000



P.K.	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+64,59
DISTANCIA - AL ORIGEN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	64,59
COTA-TERRENO	666,95	667,13	667,39	667,71	668,04	668,41	668,72	668,84
COTA-RASANTE	667,04	667,21	667,51	667,81	668,11	668,41	668,71	668,84
COTA ROJA	0,10	0,08	0,12	0,10	0,07	0,01	0,01	0,00
GEOMETRÍA VERTICAL	L:0.61m	L:10,48m	L:53.49m					

2 PERFIL LONGITUDINAL VIAL 01
H: 1/1000 V:1/200



P.K.	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	1+00	1+10	1+20	1+30	1+40,40
DISTANCIA - AL ORIGEN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	130,00	140,40
COTA-TERRENO	658,65	658,49	658,20	657,96	657,79	657,63	657,83	658,12	658,41	658,70	658,91	658,97	658,72	658,29	657,95
COTA-RASANTE	658,40	658,23	658,07	657,90	657,73	657,68	657,84	658,13	658,43	658,72	658,95	658,96	658,76	658,37	657,95
COTA ROJA	0,25	0,26	0,14	0,06	0,06	0,06	0,00	0,01	0,02	0,02	0,04	0,01	0,04	0,09	0,00
GEOMETRÍA VERTICAL	L:39.44	L:22,37m	L:30.06m	L:32.52m	L:16.01										

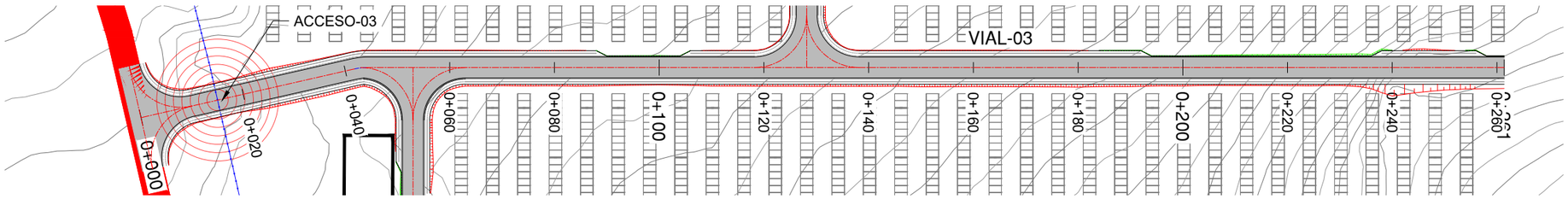
4 PERFIL LONGITUDINAL VIAL 02
H: 1/1000 V:1/200

Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente :	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : VARIAS	DIN A3
IPC		Plano: PERFILES LONGITUDINALES	0A	EMISIÓN INICIAL	230522	JCC	JLA	LP	Nº Plano: CE-DW-12	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 3	

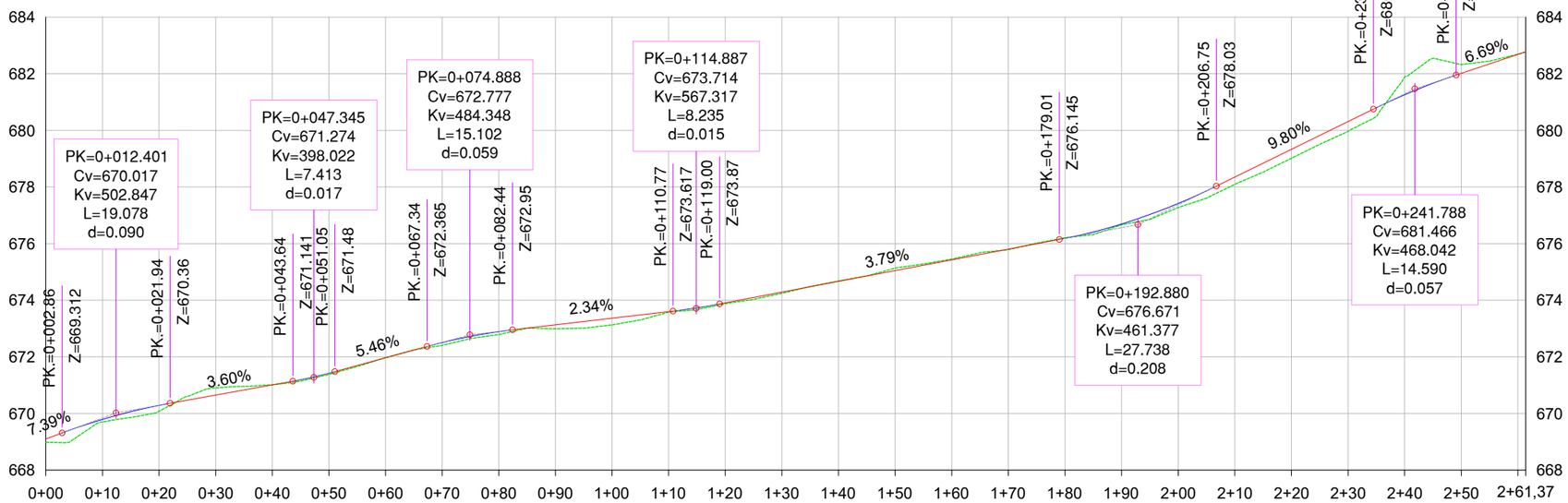
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 PLANTA VIAL 03

1:1000



P.K.	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	1+00	1+10	1+20	1+30	1+40	1+50	1+60	1+70	1+80	1+90	2+00	2+10	2+20	2+30	2+40	2+50	2+61,37
DISTANCIA - AL ORIGEN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	130,00	140,00	150,00	160,00	170,00	180,00	190,00	200,00	210,00	220,00	230,00	240,00	250,00	261,37
COTA-TERRENO	668,99	669,70	670,08	670,91	671,01	671,38	671,97	672,41	672,79	672,99	673,13	673,58	673,88	674,24	674,68	675,13	675,45	675,79	676,20	676,66	677,28	678,10	679,02	679,96	681,89	682,33	682,78
COTA-RASANTE	669,10	669,79	670,29	670,65	671,01	671,42	671,96	672,50	672,89	673,13	673,37	673,60	673,91	674,29	674,67	675,05	675,42	675,80	676,18	676,69	677,42	678,35	679,33	680,31	681,26	682,02	682,78
COTA ROJA	0,11	0,09	0,21	0,26	0,00	0,04	0,01	0,10	0,10	0,14	0,24	0,02	0,03	0,04	0,02	0,09	0,03	0,02	0,02	0,03	0,14	0,25	0,31	0,35	0,63	0,31	0,00
GEOMETRÍA VERTICAL	L:2,86m	L:19.08m	L:21.70m	L:7,41m	L:16.29m	L:15.10m	L:28.33m	L:8,23m	L:60.01m	L:27,74m	L:27.74m	L:14.59m	L:12.29m														

2 PERFIL LONGITUDINAL VIAL 03

H: 1/1000 V:1/200

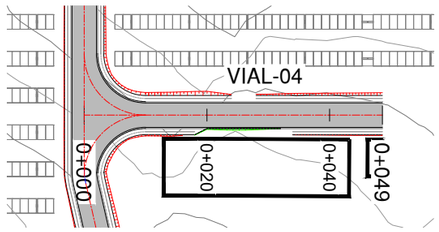
Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : VARIAS
		Plano: PERFILES LONGITUDINALES	0A	EMISIÓN INICIAL	230522	JCC	JLA	LP	Nº Plano: CE-DW-12
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 2 de 3

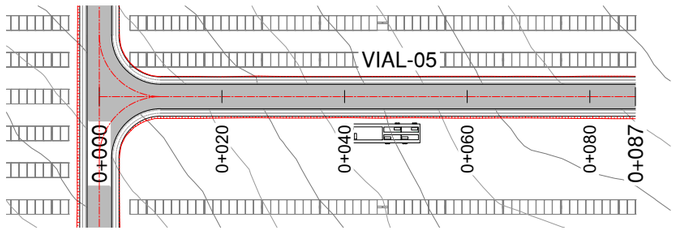
DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

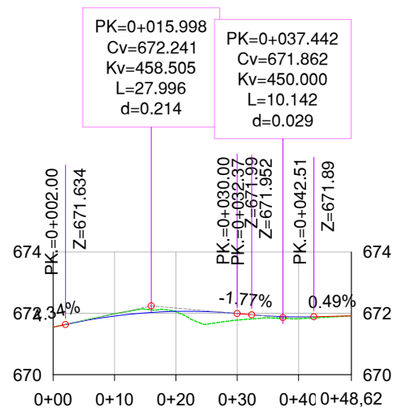
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver.: 8302525. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 PLANTA VIAL 04
1:1000

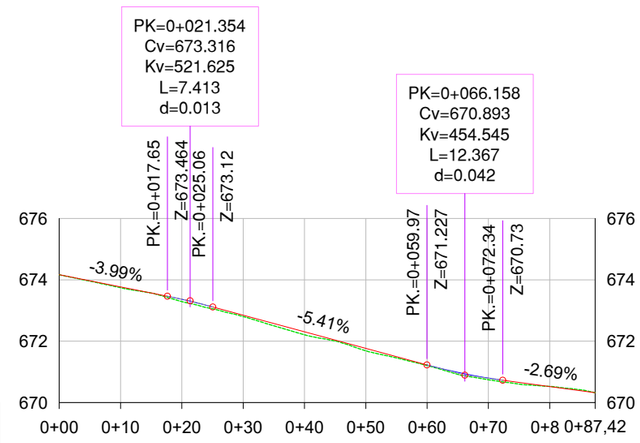


3 PLANTA VIAL 05
1:1000



P.K.	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	48,62
DISTANCIA - AL ORIGEN						
COTA-TERRENO	671,55	671,99	672,05	671,78	671,82	671,92
COTA-RASANTE	671,55	671,91	672,06	671,99	671,88	671,92
COTA ROJA	0,00	0,08	0,01	0,21	0,06	0,00
GEOMETRÍA VERTICAL	L:2.00m	L:28.00m	L:2.88m	L:10,14m	L:8.11m	

2 PERFIL LONGITUDINAL VIAL 04
H: 1/1000 V:1/200



P.K.	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	87,42
DISTANCIA - AL ORIGEN										
COTA-TERRENO	674,17	673,74	673,29	672,80	672,21	671,69	671,21	670,74	670,52	670,32
COTA-RASANTE	674,17	673,77	673,36	672,85	672,31	671,77	671,23	670,80	670,52	670,32
COTA ROJA	0,00	0,03	0,07	0,05	0,10	0,08	0,02	0,05	0,00	0,00
GEOMETRÍA VERTICAL	L:17.65	L:7.41m	L:34.91	L:12,37m	L:15.08					

4 PERFIL LONGITUDINAL VIAL 05
H: 1/1000 V:1/200

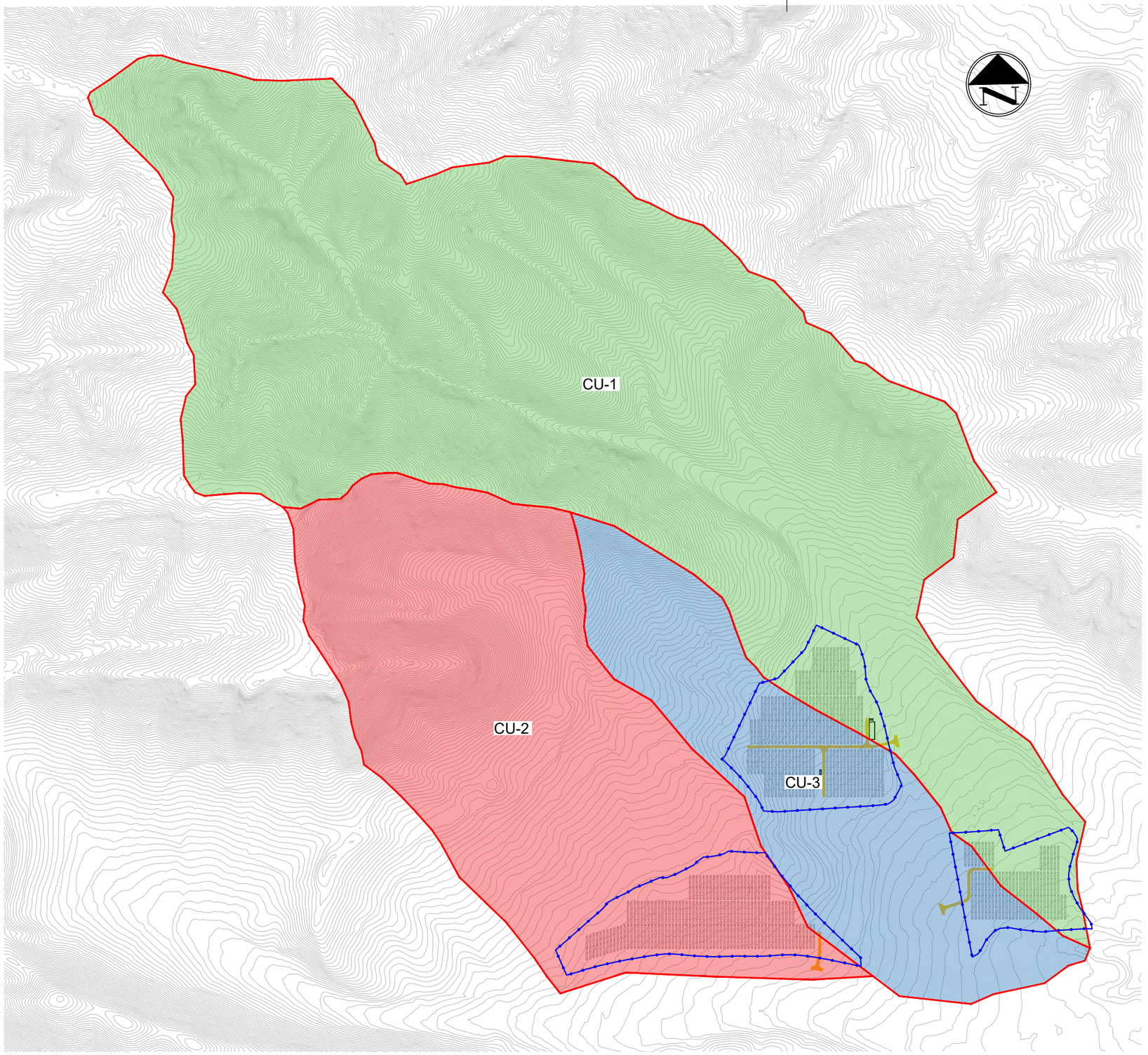
Sistema de coordenadas: ETRS89 H-30N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : VARIAS	DIN A3
		Plano: PERFILES LONGITUDINALES	0A	EMISIÓN INICIAL	230522	JCC	JLA	LP	Nº Plano: CE-DW-12	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 3 de 3	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230953. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802525. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

TAMAÑO CUENCAS	
CU-01	0,96 Km²
CU-02	0,45 Km²
CU-03	0,25 Km²



LEYENDA
CUENCAS VERTIENTES
VALLADO PERIMETRAL
VIALES INTERNOS
SEGUIDOR FV

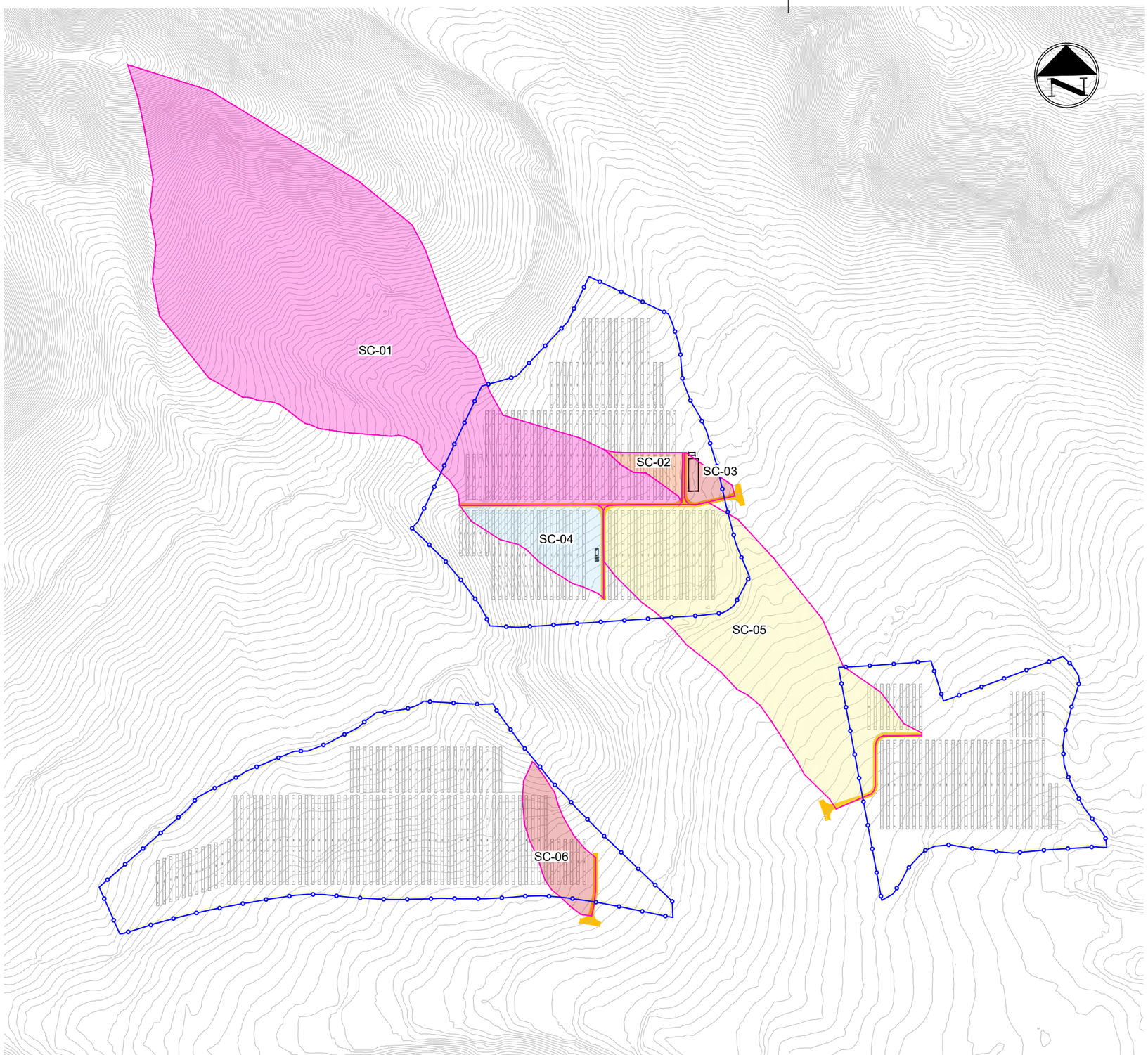
1 CUENCAS VERTIENTES
Escala:1:7.500

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : INDICADAS
		Plano: PLANTA GENERAL DE DRENAJES	00	EMISION INICIAL	230523	JLA	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-13
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 3

DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



TAMAÑO SUBCUENCAS	
SC-01	480.652 m²
SC-02	1.509 m²
SC-03	1.365 m²
SC-04	6.298 m²
SC-05	33.488 m²
SC-06	4.936 m²

LEYENDA

- SUBCUENCA
- VALLADO PERIMETRAL
- VIALES INTERNOS
- SEGUIDOR FV

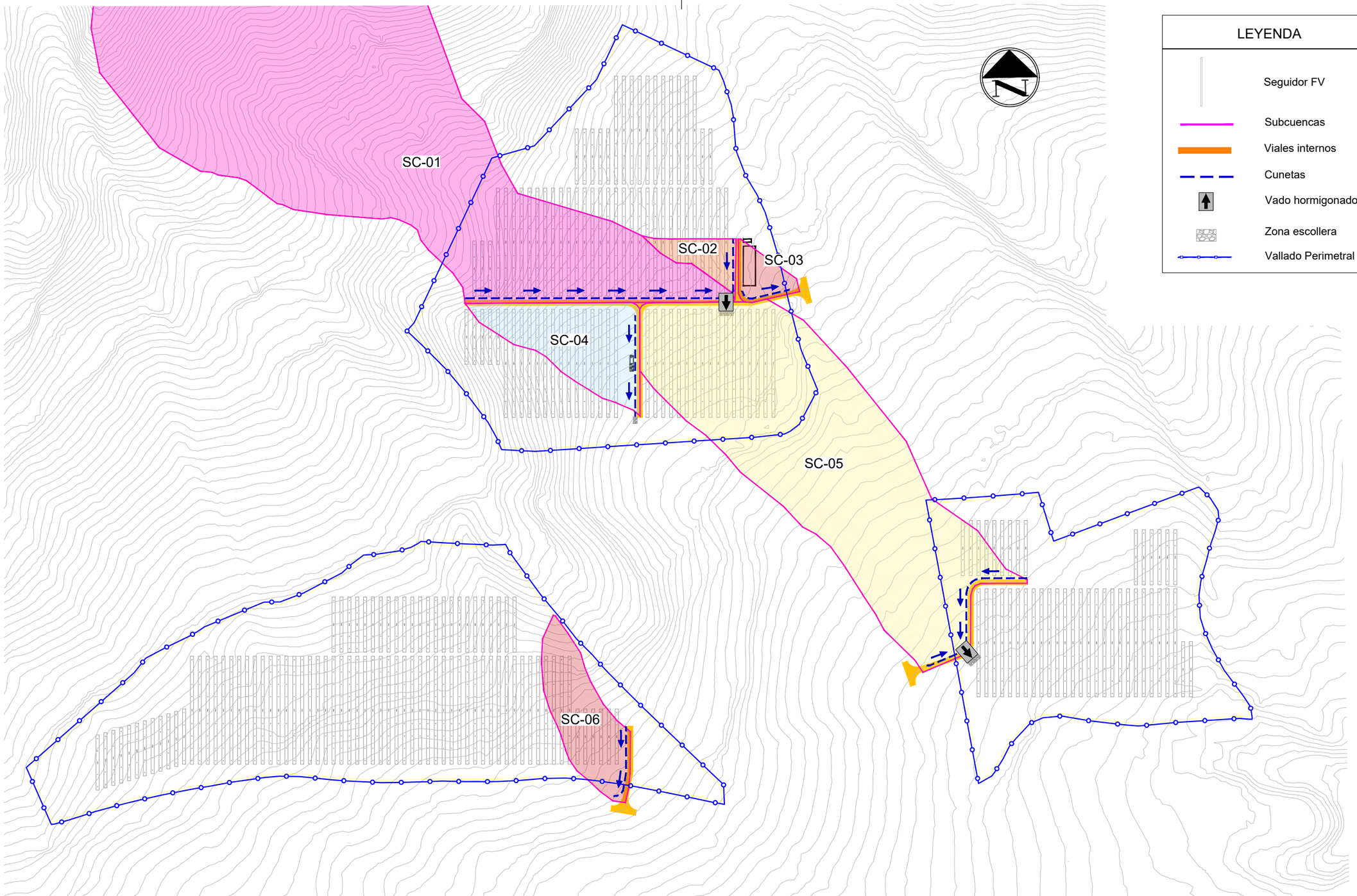
1 SUBCUENCAS VERTIENTES
Escala:1:4.000

NOTA:
- Ver documento CE-CA-01 "Cálculos civiles" para cálculo Hidrológico e hidráulico

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8302529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : INDICADAS	DIN A3
		Plano: PLANTA GENERAL DE DRENAJES	00	EMISION INICIAL	230323	JLA	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-13 Hoja: 2 de 3	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



1 PLANTA DE DRENAJES

Escala:1:3.000

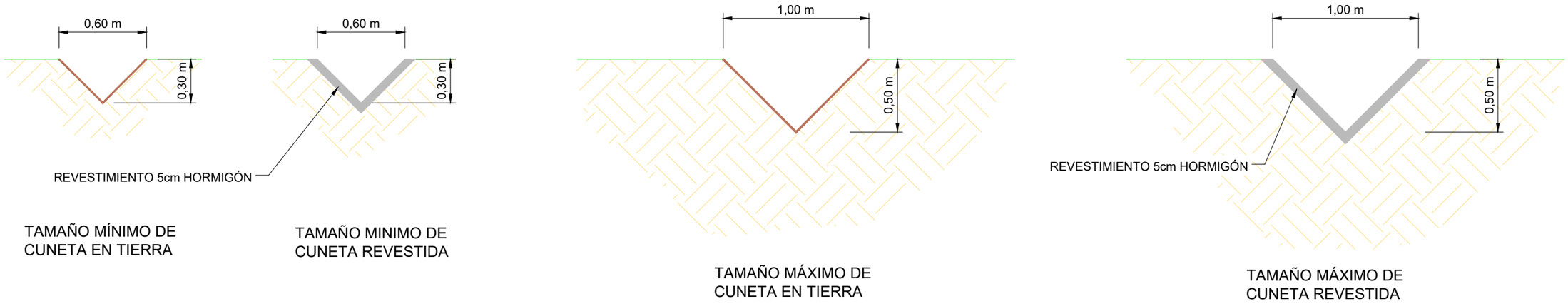
NOTA:

- Ver plano CE-DW-14 "Detalles de drenajes" para detalles de cunetas y Vados
- Ver documento CE-CA-01 "Cálculos civiles" para cálculo hidrológico e hidráulico y dimensionamiento de cunetas y vados.

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : INDICADAS
		Plano: PLANTA GENERAL DE DRENAJES	00	EMISION INICIAL	230323	JLA	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-13	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 3 de 3	0 10 20

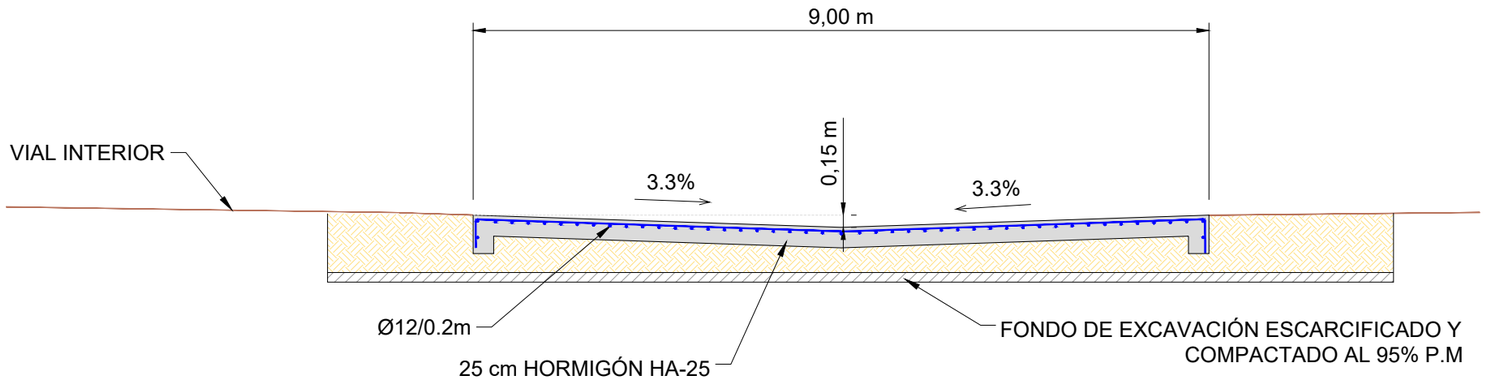
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

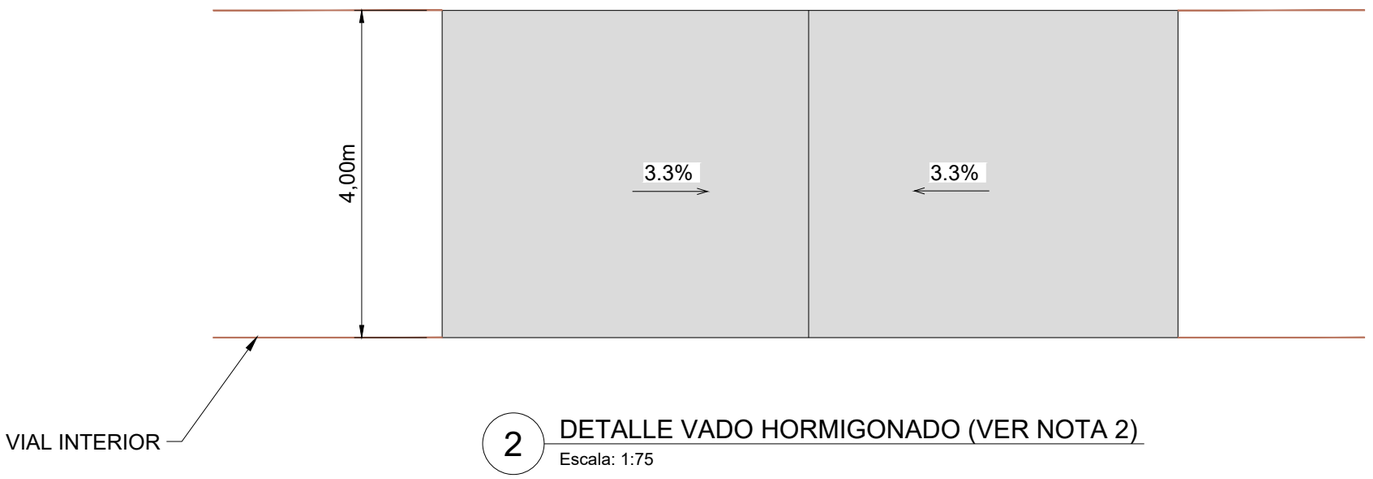
Colegiado Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/06/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802329. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 DETALLES DE CUNETAS (VER NOTA 1)

Escala: 1:30





2 DETALLE VADO HORMIGONADO (VER NOTA 2)

Escala: 1:75

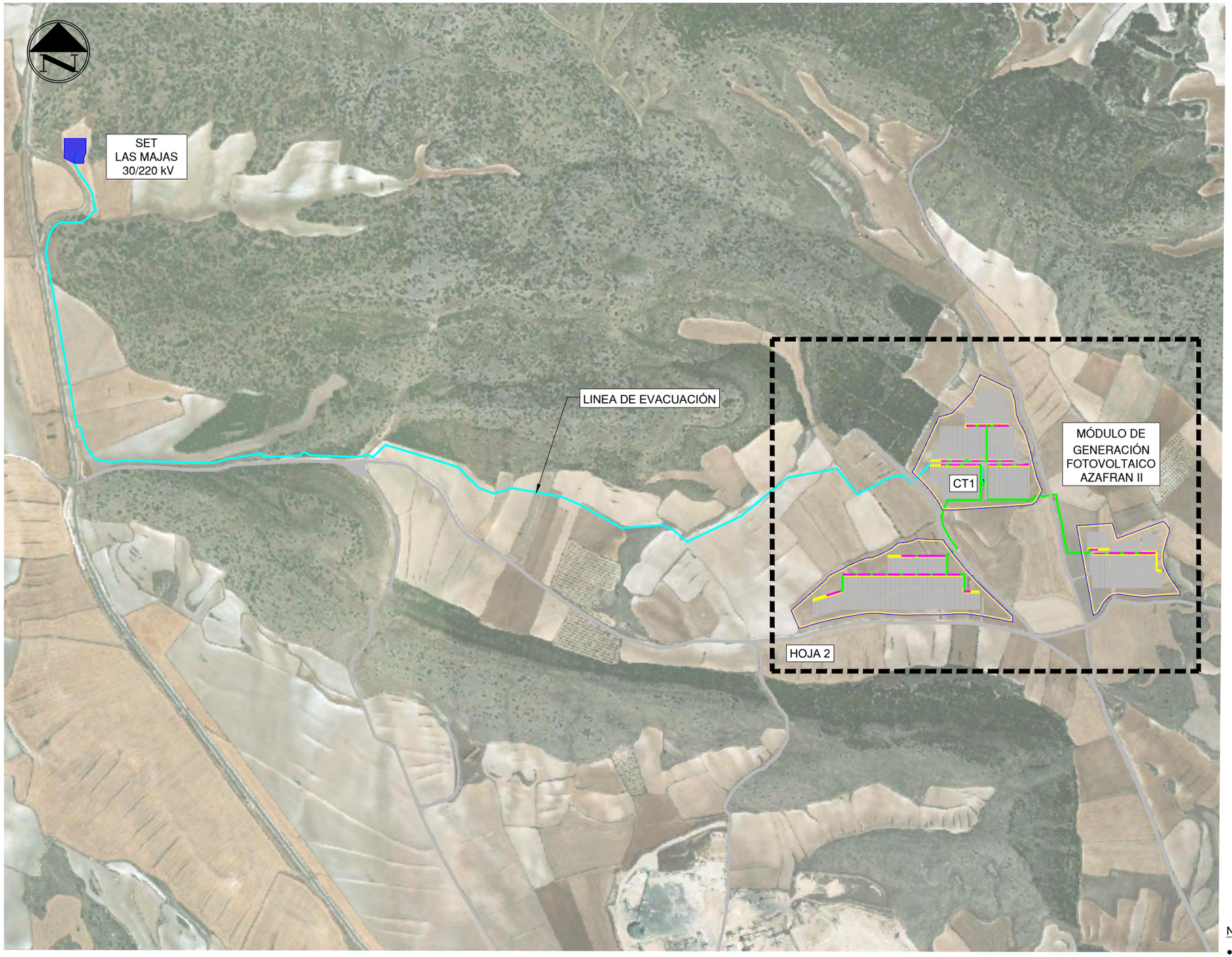
NOTAS:

1. Las cunetas serán revestidas o sin revestir en función de la pendiente y velocidad del agua. (ver documento de cálculos civiles para detalles del cálculo.)
2. Las dimensiones del vado mostradas en este plano corresponden al vado mas desfavorable, (ver documento de cálculos civiles para detalles del cálculo)
3. En el punto de descarga de cada cuneta, vado hormigonado, se ejecutará una zona de escollera con el fin de disipar la emergía del agua y evitar la erosión del terreno.

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : INDICADAS
		Plano: DETALLES DE DRENAJES	00	EMISIÓN INICIAL	230522	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-14	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1	0 10 20

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8302529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



LEYENDA

- Vallado perimetral
- Seguidor 1V x 60
- Seguidor 1V x 30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Caminos públicos
- Zanja String (Cu)
- Zanja string + Baja Tensión (Cu+Al)
- Zanja Baja Tensión (Al)
- Zanja Tipo MT1: Línea evacuación
- Zanja comunicaciones
- Edificio multiusos y punto limpio
- Zona de acopio

NOTA:

- Para mayor detalle en el trazado de la zanja de media tensión, ver plano "EE-DW-04 Trazado Media tensión"

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

1 PLANTA Y LÍNEA DE EVACUACIÓN
Escala 1:10.000

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8302529.
Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:10.000 (0 10 20)	DIN A3
		Plano: PLANTA GENERAL DE ZANJAS Y CANALIZACIONES	00	EMISIÓN INICIAL	230526	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-15 Hoja: 1 de 2		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



LEYENDA

- Vallado perimetral
- Seguidor 1V x 60
- Seguidor 1V x 30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Caminos públicos
- Zanja String (Cu)
- Zanja string + Baja Tensión (Cu+Al)
- Zanja Baja Tensión (Al)
- Zanja Tipo MT1: Línea evacuación
- Zanja comunicaciones
- Edificio multiusos y punto limpio
- Zona de acopio

NOTA:

- Para mayor detalle en el trazado de la zanja de media tensión, ver plano "EE-DW-04 Trazado Media tensión"

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

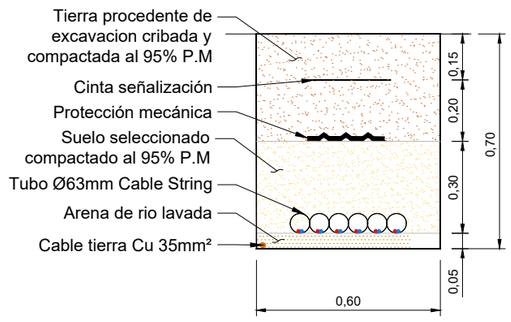
1 PLANTA GENERAL
Escala 1:3.500

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500	DIN A3
		Plano: PLANTA GENERAL DE ZANJAS Y CANALIZACIONES	00	EMISIÓN INICIAL	230526	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-15 Hoja: 2 de 2		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

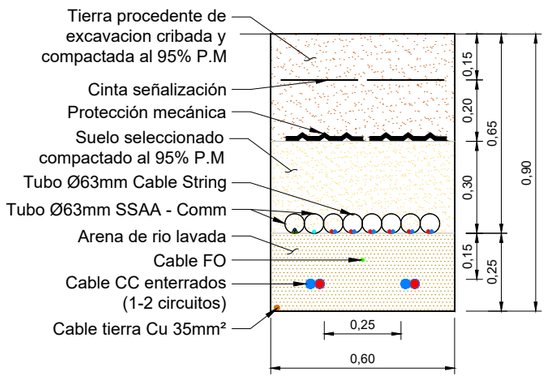
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

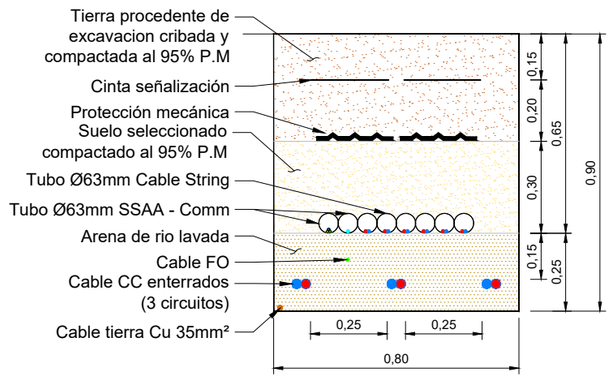
TIPO ST: STRING



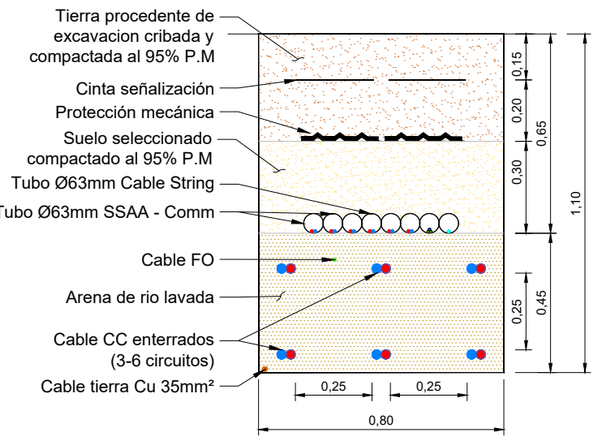
TIPO BT1: STRING + BT



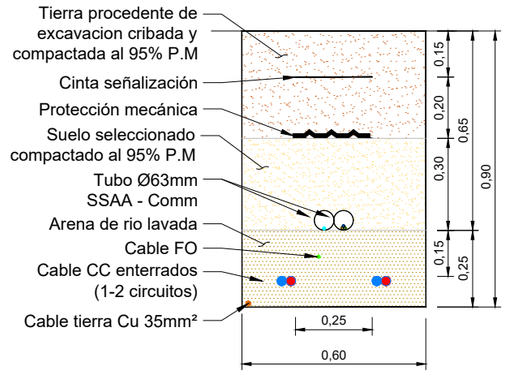
TIPO BT1-A: STRING + BT



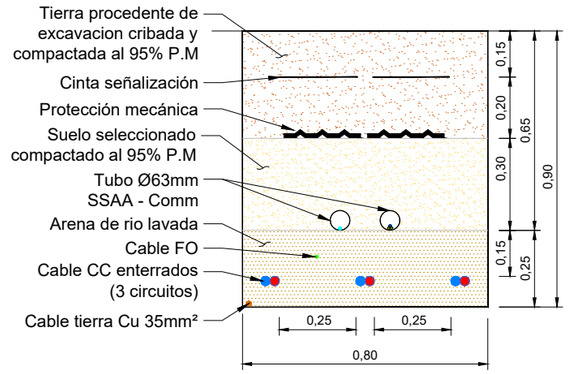
TIPO BT1-B: STRING + BT



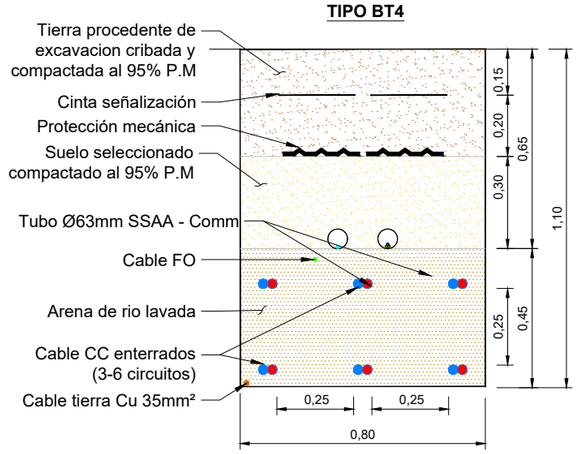
TIPO BT2



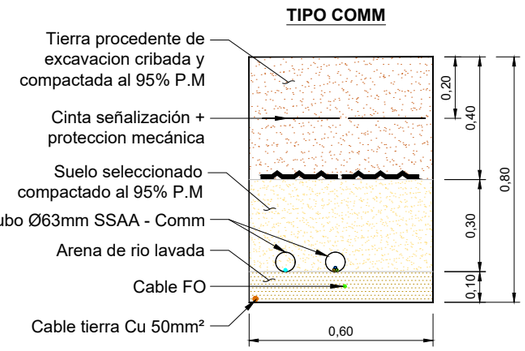
TIPO BT3



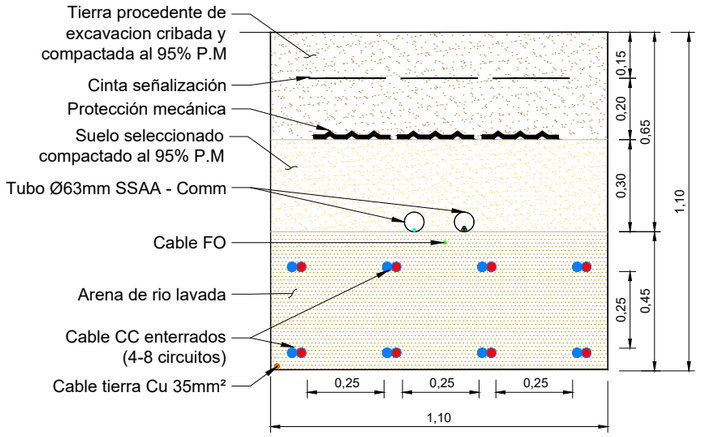
TIPO BT4



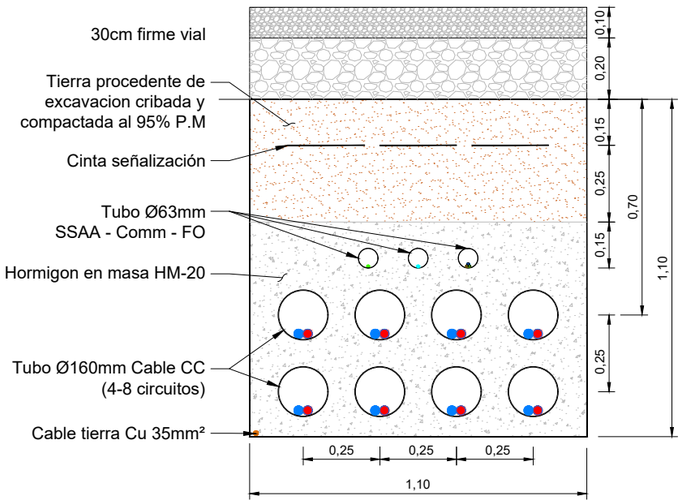
TIPO COMM



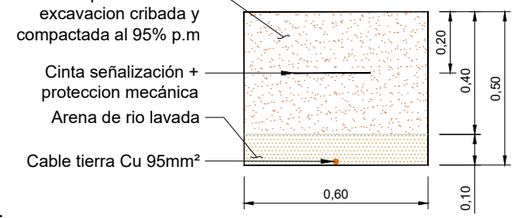
TIPO BT5



TIPO BT-CRUCE



TIPO PAT



LEYENDA

- Cable CC BT - SOLAR
- Cable CC BT - BUS
- Abrazadera, cada 1.5m
- Cable de Tierra
- Cable de SSAA
- Cable de Comm.
- Cable de FO

NOTAS:

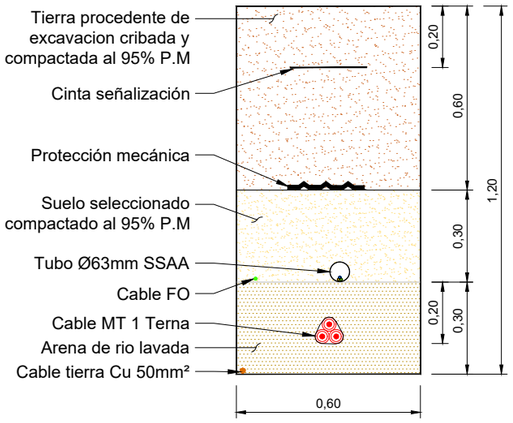
- Las dimensiones de la zanja tipo BT-CRUCE dependerán del numero de circuitos que estén instalados en ese tramo.
- El cable de Fibra óptica deberá ser armado para poder ir directamente enterrado, en caso contrario, irá en tubo.
- A pesar de estar mostrado en todos los detalles, el cable de tierra no se instalará en todos los tramos de zanja, ver plano "Red de tierras - Planta" para mejor referencia
- Unidades de cotas en metros

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:20 (0 10 20)	DIN A3
		Plano: SECCIONES TIPO DE ZANJA	00	EMISIÓN INICIAL	230526	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-16 Hoja: 1 de 2	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

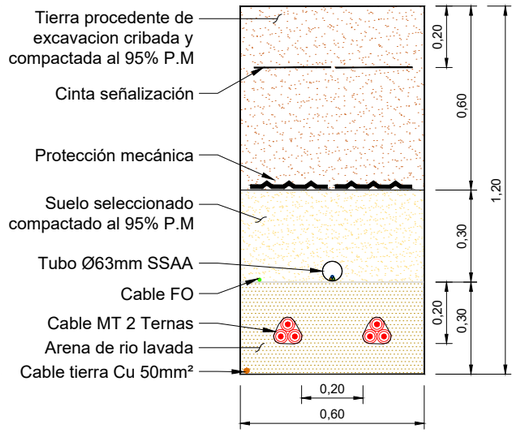
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electronicamente por el Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8302525.

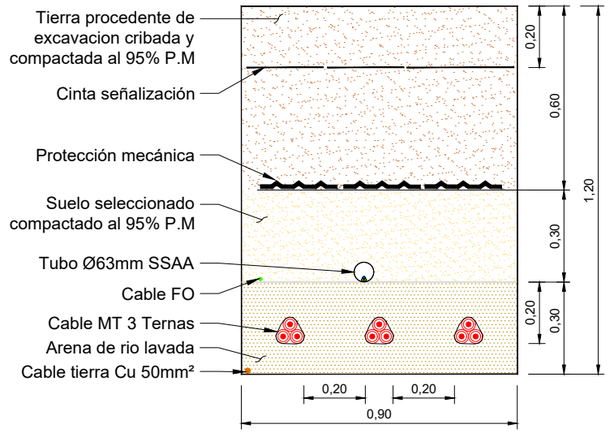
TIPO MT1



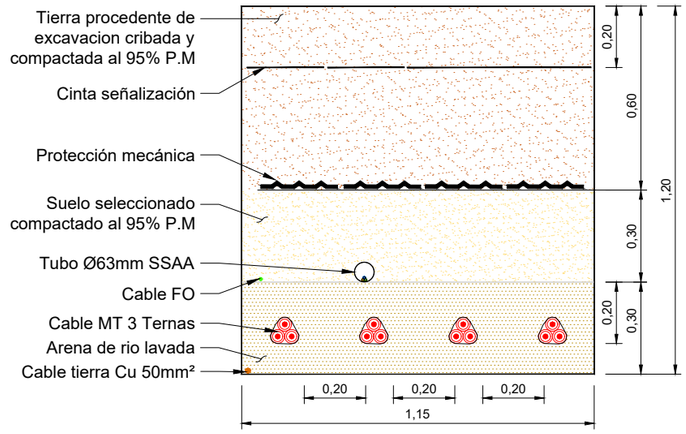
TIPO MT2



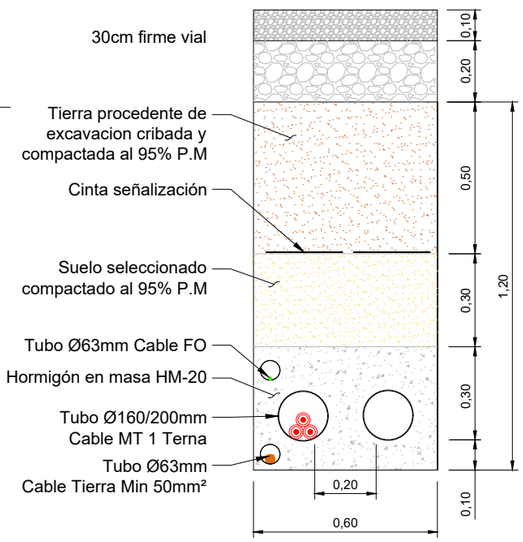
TIPO MT3



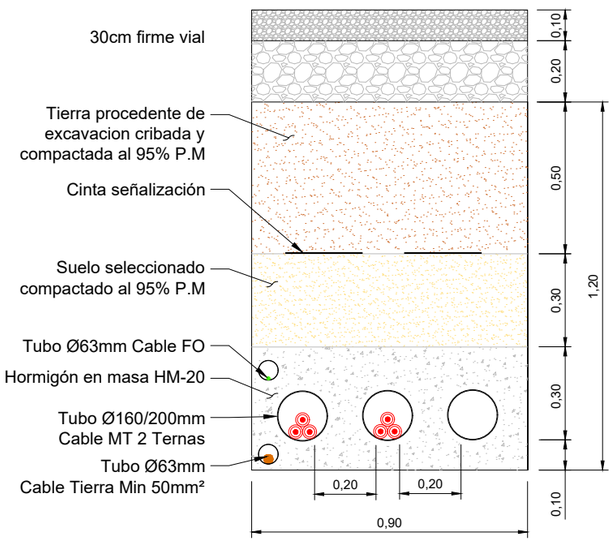
TIPO MT4



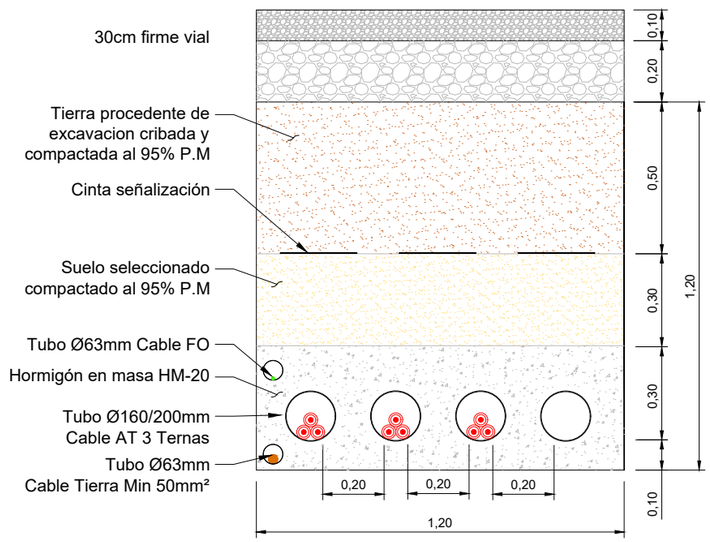
TIPO MT1 - CRUCE



TIPO MT2 - CRUCE



TIPO MT3 - CRUCE



LEYENDA

- Cable CA - MT
- Abrazadera, cada 1.5m
- Cable de Tierra
- Cable de SSAA
- Cable de Comm.
- Cable de FO

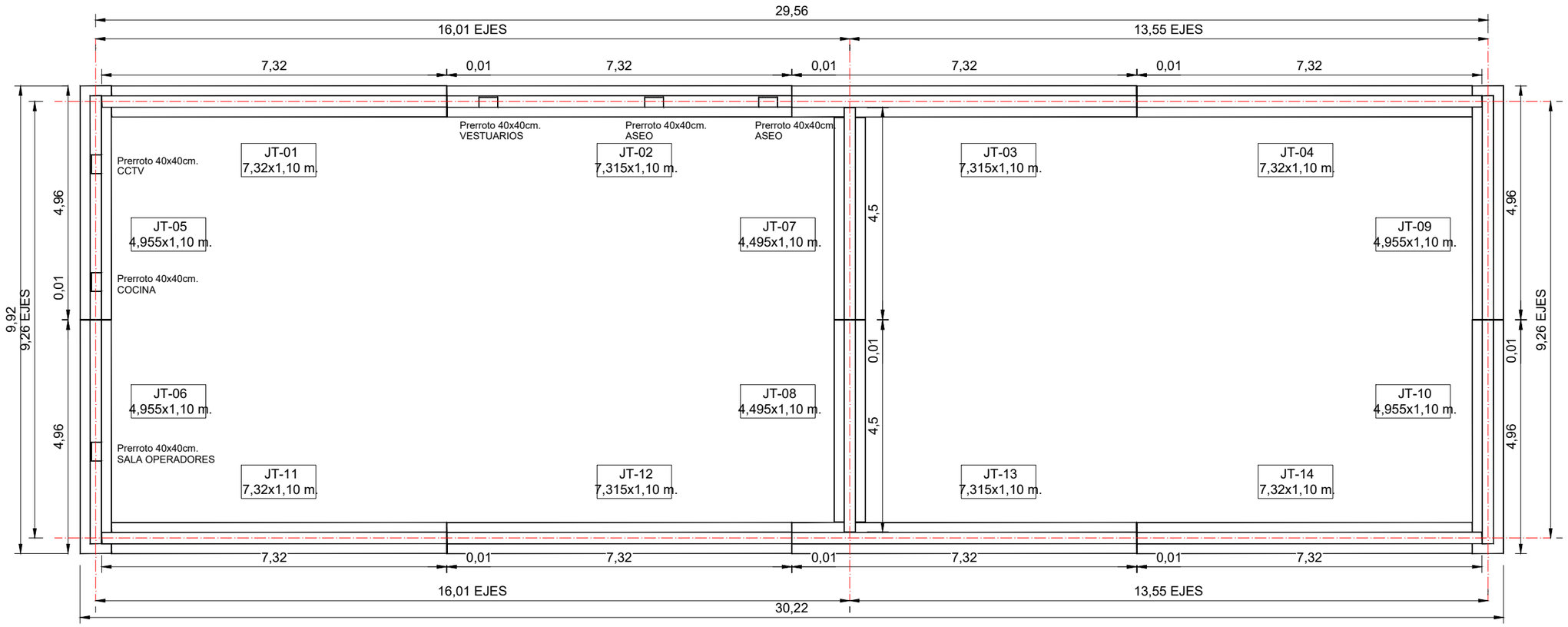
NOTAS:

- Las dimensiones de la zanja tipo MT-CRUCE dependerán del numero de circuitos que estén instalados en ese tramo.
- El cable de Fibra óptica deberá ser armado para poder ir directamente enterrado, en caso contrario, irá en tubo.
- A pesar de estar mostrado en todos los detalles, el cable de tierra no se instalará en todos los tramos de zanja, ver plano "Red de tierras - Planta" para mejor referencia
- Unidades de cotas en metros

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:20 (0 10 20) / DIN A3
		Plano: SECCIONES TIPO DE ZANJA	00	EMISIÓN INICIAL	230526	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-16 Hoja: 2 de 2
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	

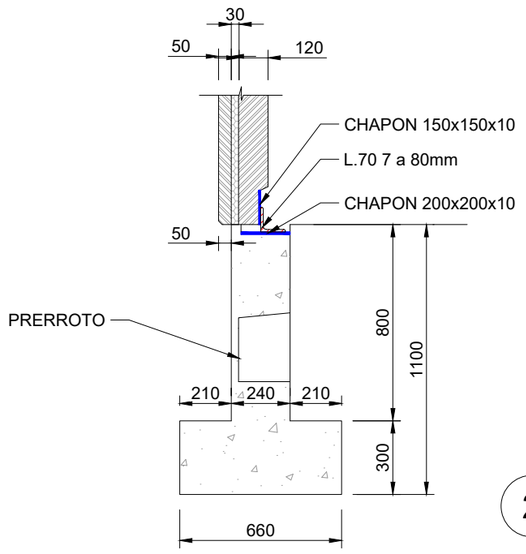
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802525. Nº Colegiado: 18428. Colegiado/a: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1 PLANTA CIMENTACIÓN

Escala:1:100



J.T. 66x110

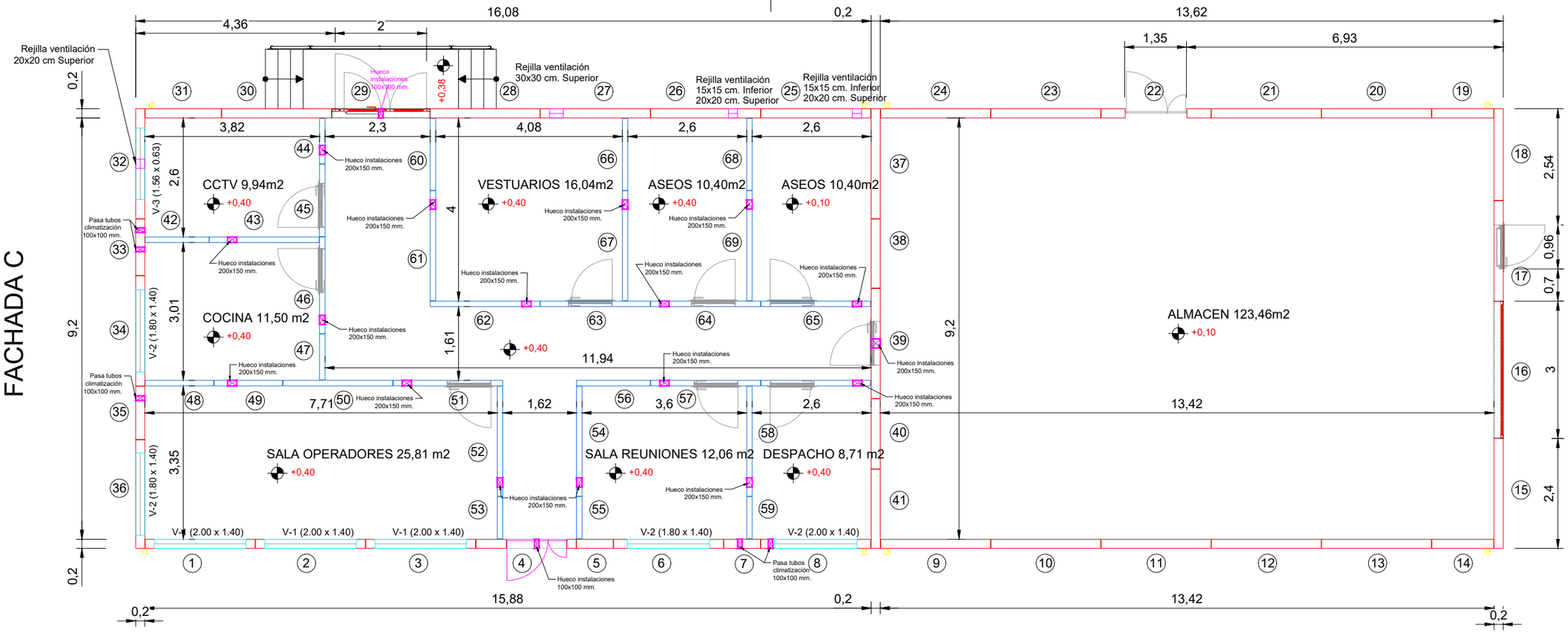
2 DETALLE UNIÓN PANEL CON ZAPATA

Escala: SE

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:100	DIN A3
		Plano: EDIFICIO MULTIUSOS	00	EMISIÓN INICIAL	230421	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-17 Hoja: 1 de 4		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

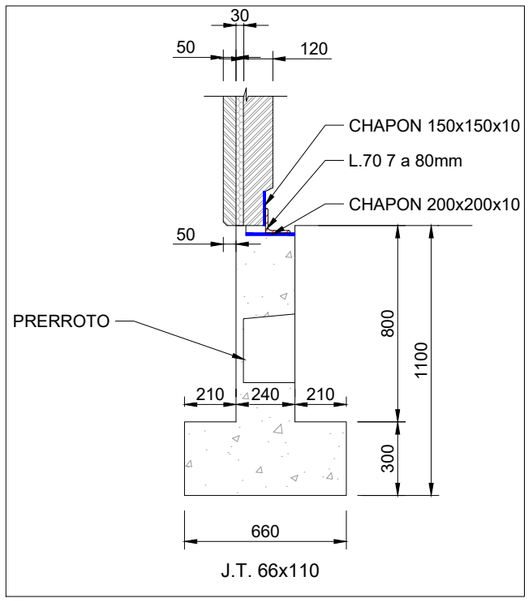
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

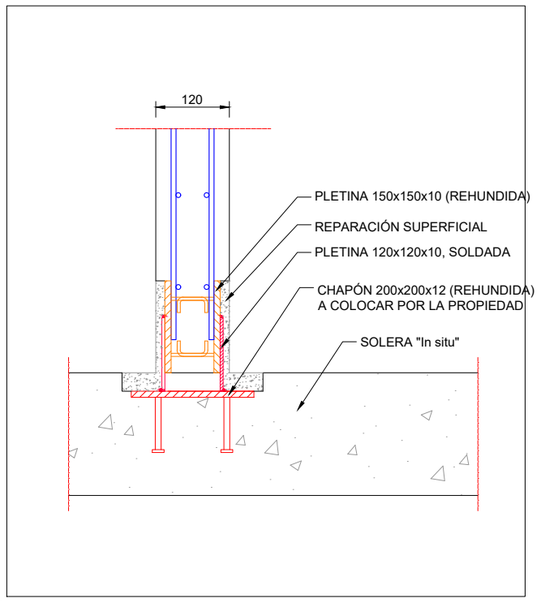


FACHADA A

1 PLANTA DISTRIBUCIÓN
Escala:1:100



2 DETALLE UNIÓN PANEL CON ZAPATA
Escala: SE



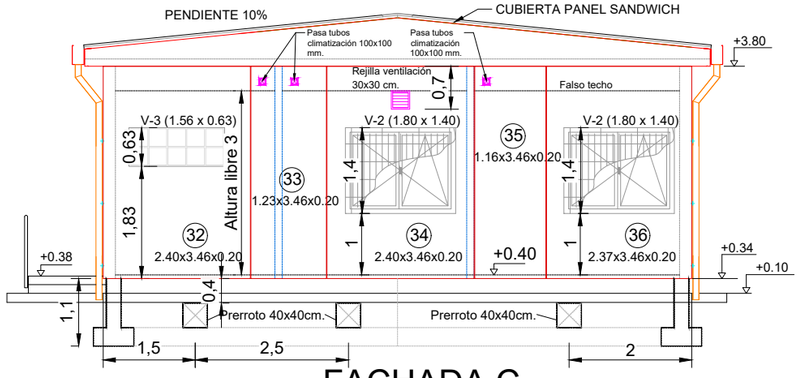
3 DETALLE UNIÓN DE PANELES INTERIORES CON SOLERA
Escala:1:10 - Cotas en cm

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:100
		Plano: EDIFICIO MULTIUSOS	00	EMISIÓN INICIAL	230421	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-17
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 2 de 4

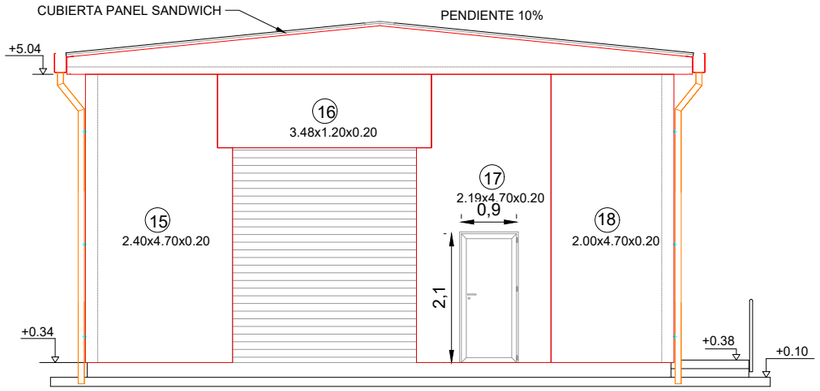
DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303653; Fecha Visado: 28/08/2023; Firmado Electronicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion; Cod.Ver: 8802529; Nº Colegiado: 19428; Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

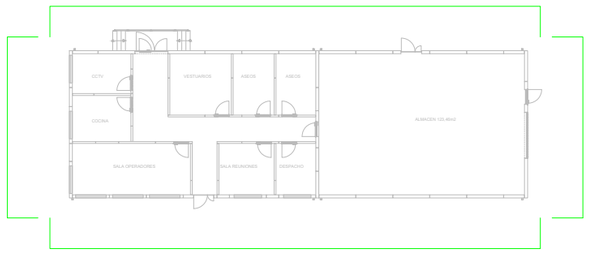


FACHADA C



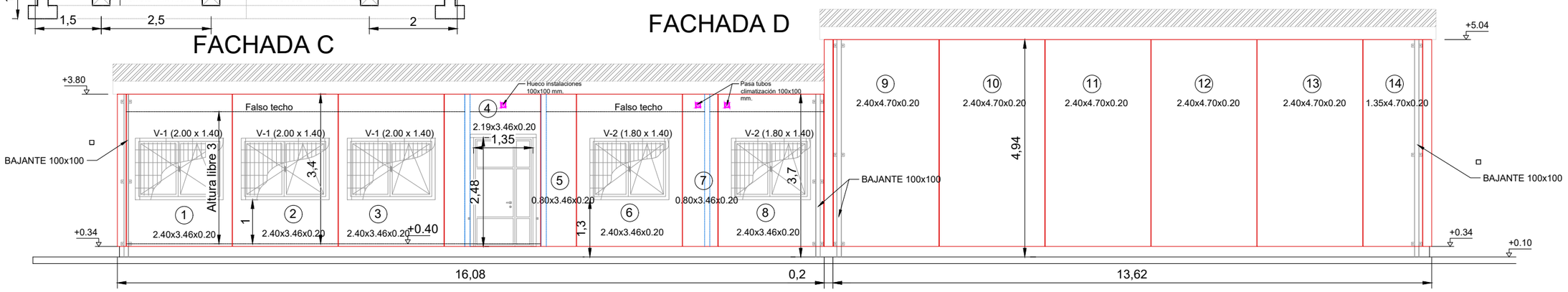
FACHADA D

FACHADA B

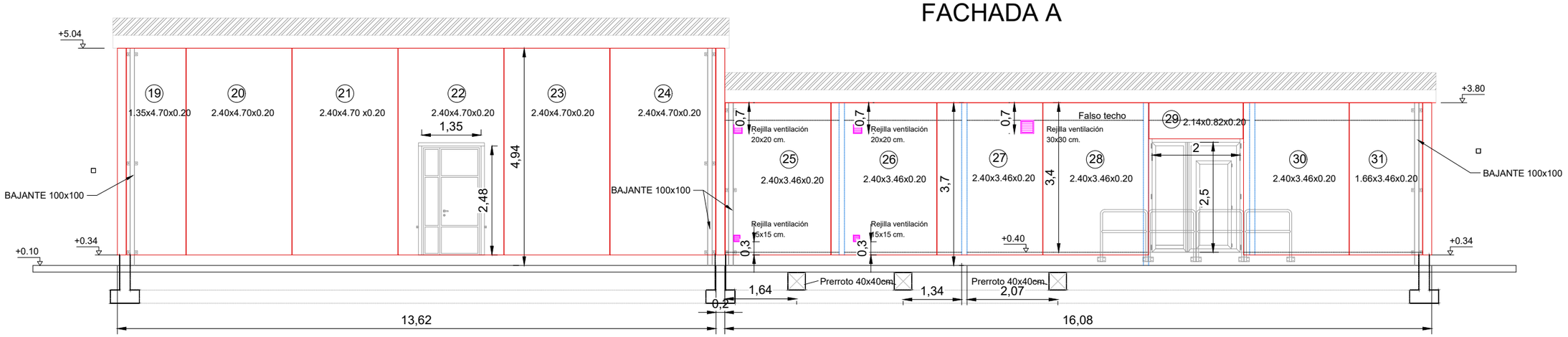


FACHADA A

FACHADA D



FACHADA A



FACHADA B

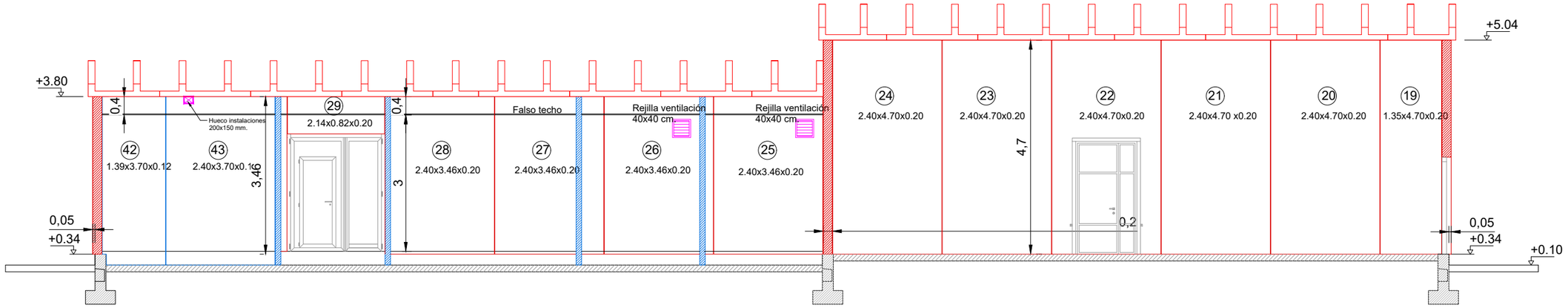
1 ALZADOS

Escala:1:100

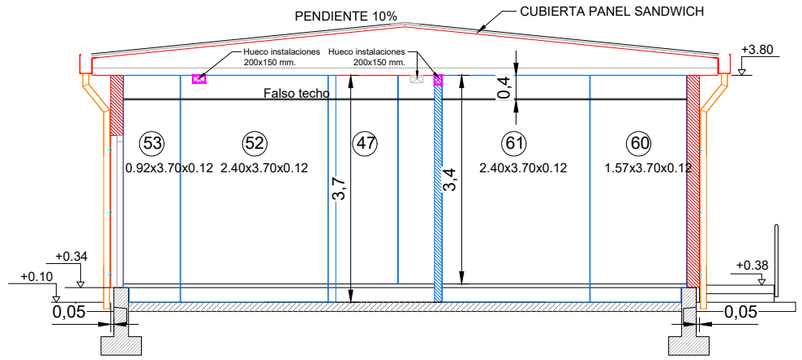
Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:100
		Plano: EDIFICIO MULTIUSOS	00	EMISIÓN INICIAL	230421	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-17 Hoja: 3 de 4
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

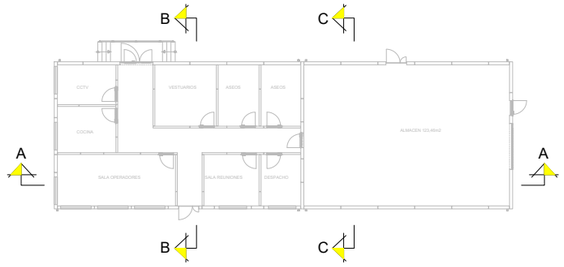
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver.: 83002529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

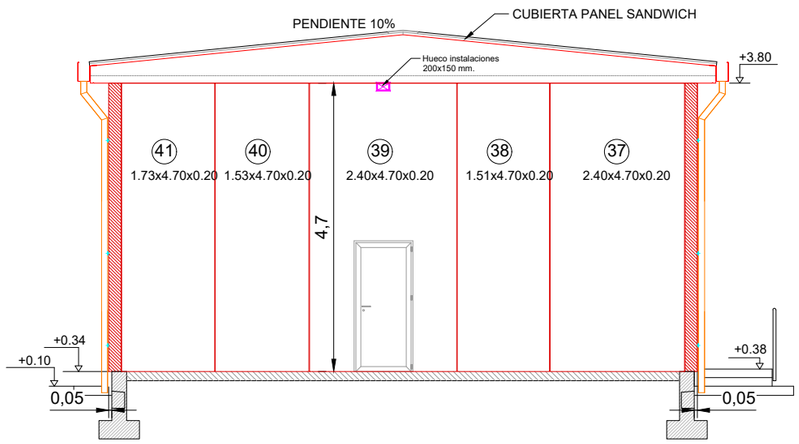


1 SECCIÓN A
Escala:1:100



2 SECCIÓN B
Escala:1:100





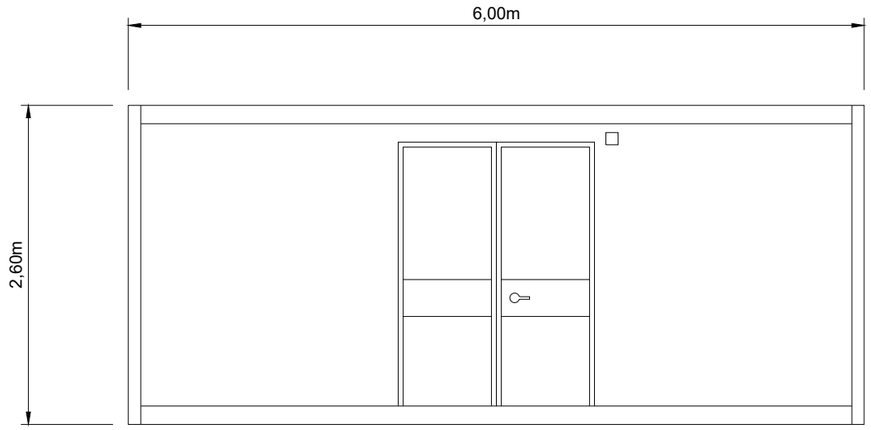
2 SECCIÓN C
Escala:1:100

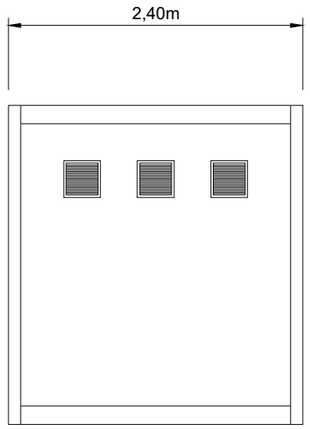
Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:100
		Plano: EDIFICIO MULTIUSOS	00	EMISIÓN INICIAL	230421	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-17 Hoja: 4 de 4
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	

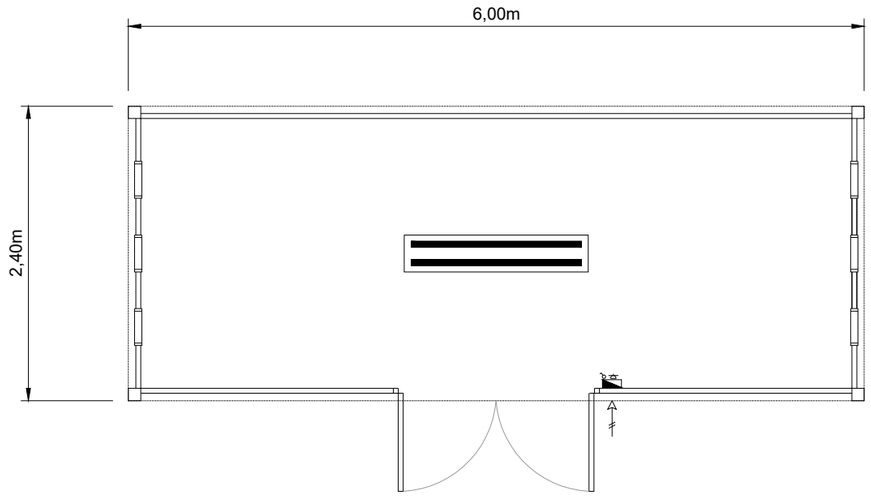
DIN A3

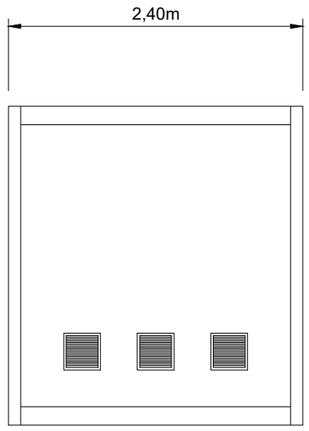
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO









1 PUNTO LIMPIO - PLANTA Y ALZADOS

Escala: 1:50

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Estructura:
A partir de UPN de 160 para su perímetro inferior, con correas realizadas en tubo 60x30x2.
Cuatro pilares de acero galvanizado
Como base de cubierta, un canalón perimetral galvanizado de 2,5mm

Cerramiento de fachadas:
Panel sandwich grecado por ambas caras, de 40mm de espesor.
Cerramiento de cubiertas:
Panel sandwich de 30mm de espesor.

Suelo:
Placas de Tramex de acero galvanizado.

Cubeta:
De acero galvanizado en caliente

Electricidad:
Instalación 380/220 V, estanca y bajo tubo visto.
Cuadro general de mando y protección con elementos magneto térmicos y diferencial de protección contra contactos para una diferencia de intensidad de 300MA en cada circuito, más un elemento general a la entrada de la instalación.
Las líneas de acuerdo a normativa y reglamento de Baja tensión. siendo todas las conducciones estancas mediente tubo plástico visto.
La iluminación serán pantallas estancas de superficie LED IP-65.
Consta de Interruptor estanco, enchufe estanco y luminaria de emergencia de LED.

Carpintería exterior:
Puerta exterior con marco en aluminio de 1600x2100mm
Rejillas de ventilación de 300x300mm

LEYENDA

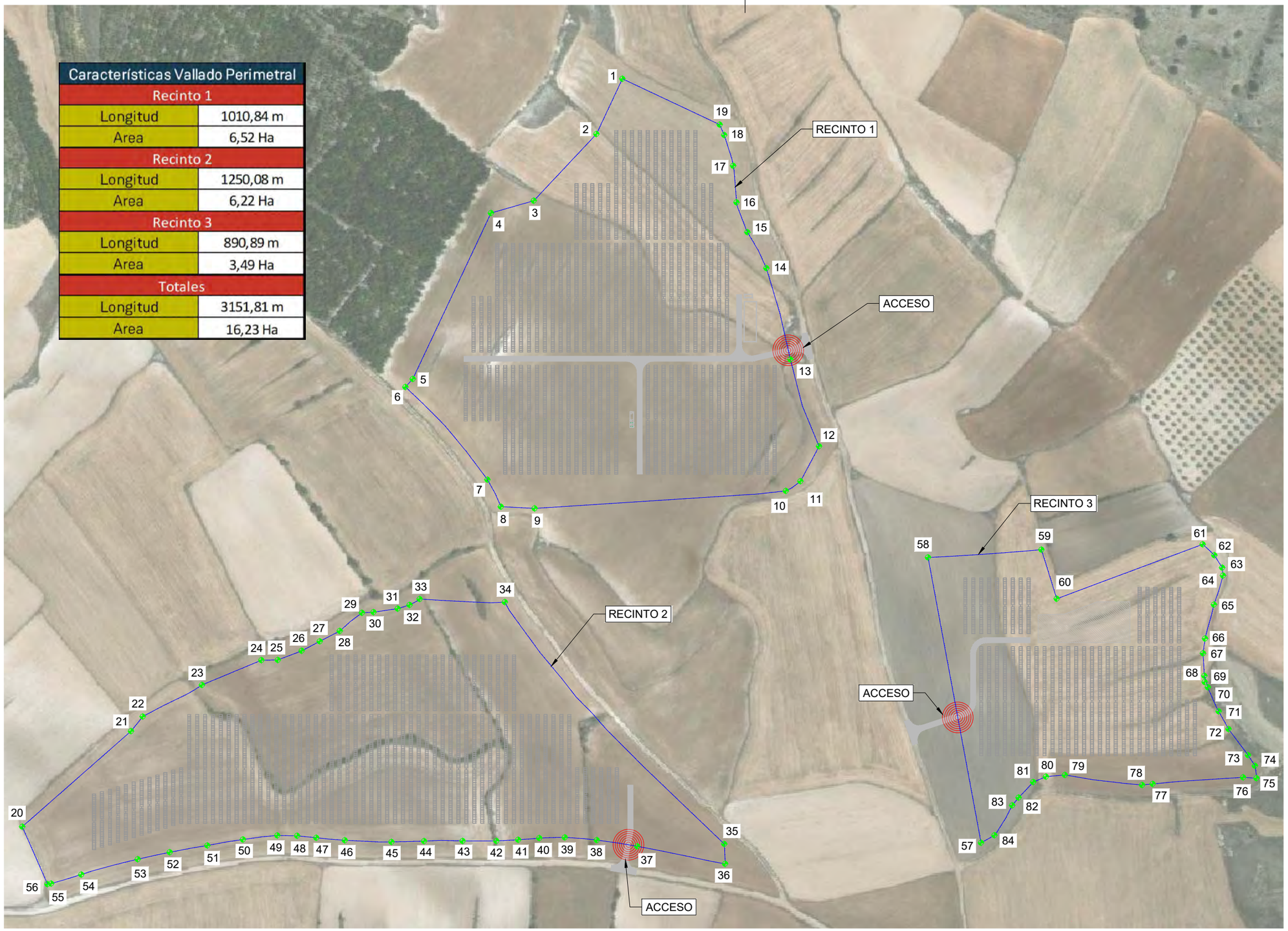
- Pantalla LED estanca 2x36 W
- Cuadro eléctrico
- Interruptor
- T.C. 16 A
- Rejilla ventilación 300x300mm

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:50
		Plano: PUNTO LIMPIO	00	EMISIÓN INICIAL	230421	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-18	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Características Vallado Perimetral	
Recinto 1	
Longitud	1010,84 m
Area	6,52 Ha
Recinto 2	
Longitud	1250,08 m
Area	6,22 Ha
Recinto 3	
Longitud	890,89 m
Area	3,49 Ha
Totales	
Longitud	3151,81 m
Area	16,23 Ha



Coordenadas Vallado Recinto 1		
Punto	Coord- X	Coord-Y
1	676385,676	4575529,414
2	676366,031	4575487,610
3	676318,538	4575437,083
4	676286,144	4575427,797
5	676226,891	4575302,161
6	676221,378	4575296,037
7	676283,447	4575225,921
8	676293,600	4575205,447
9	676319,218	4575204,099
10	676509,465	4575217,378
11	676520,607	4575224,674
12	676534,621	4575251,110
13	676512,922	4575316,919
14	676494,717	4575386,085
15	676480,406	4575413,283
16	676472,157	4575435,816
17	676469,561	4575463,590
18	676462,790	4575486,836
19	676459,366	4575494,735

Coordenadas Vallado Recinto 2		
Punto	Coord- X	Coord-Y
20	675931,083	4574963,074
21	676013,509	4575035,473
22	676022,327	4575046,526
23	676067,196	4575070,413
24	676112,240	4575089,157
25	676124,648	4575089,336
26	676142,800	4575096,264
27	676156,459	4575103,477
28	676171,651	4575111,261
29	676188,407	4575125,055
30	676197,201	4575125,524
31	676215,513	4575128,241
32	676224,539	4575130,995
33	676232,110	4575135,499
34	676296,645	4575133,132
35	676462,901	4574949,955
36	676463,543	4574934,932
37	676396,966	4574948,247
38	676366,329	4574952,947
39	676342,041	4574955,016
40	676322,716	4574954,483
41	676306,729	4574953,179
42	676290,236	4574952,317
43	676264,620	4574952,275
44	676235,457	4574952,175
45	676210,750	4574951,572
46	676175,466	4574952,797
47	676153,794	4574954,733
48	676139,318	4574956,176
49	676124,327	4574956,425
50	676098,216	4574953,365
51	676071,292	4574948,848
52	676042,805	4574943,706
53	676018,607	4574938,485
54	675975,798	4574926,893
55	675952,975	4574920,021
56	675950,207	4574919,630

Coordenadas Vallado Recinto 3		
Punto	Coord- X	Coord-Y
57	676657,392	4574950,869
58	676617,220	4575166,954
59	676703,075	4575172,893
60	676714,690	4575135,671
61	676825,199	4575176,923
62	676834,085	4575168,631
63	676839,988	4575159,281
64	676840,683	4575153,298
65	676833,760	4575131,250
66	676827,030	4575105,534
67	676825,496	4575094,426
68	676826,141	4575083,522
69	676826,515	4575077,338
70	676829,192	4575068,675
71	676837,378	4575050,461
72	676844,820	4575037,034
73	676859,580	4575017,291
74	676864,858	4575009,200
75	676865,986	4574999,813
76	676855,882	4575000,470
77	676787,350	4574995,474
78	676779,380	4574994,677
79	676720,867	4575002,306
80	676706,526	4575000,968
81	676696,878	4574996,870
82	676685,834	4574985,113
83	676680,933	4574979,272
84	676667,500	4574956,573

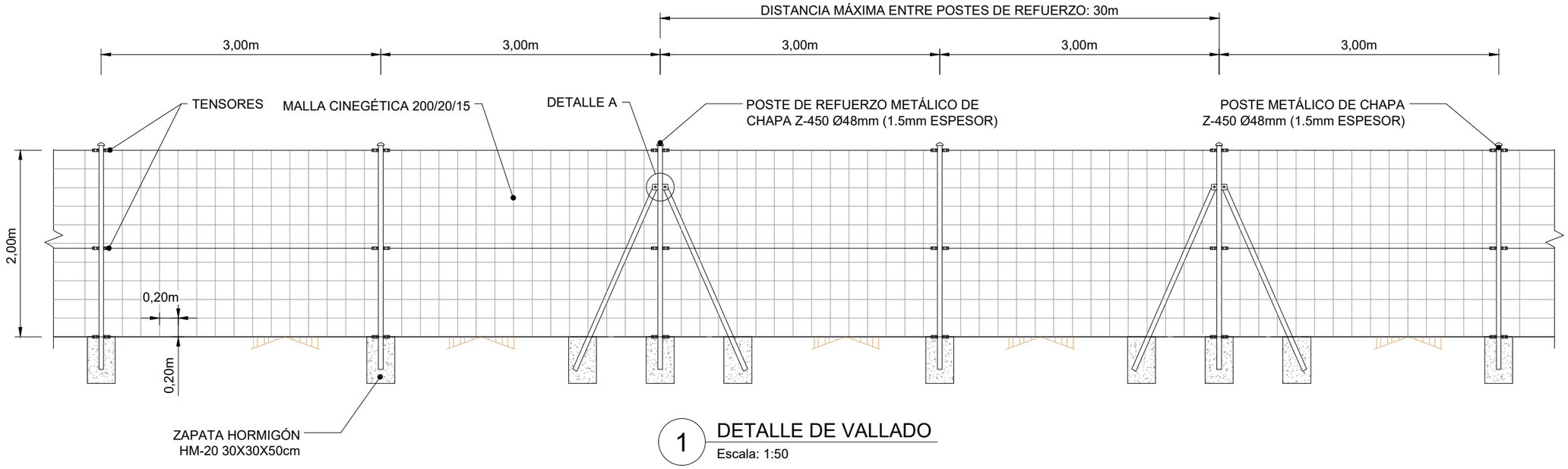
Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

1 PLANTA VALLADO
Escala 1:3.000

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 6862329. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

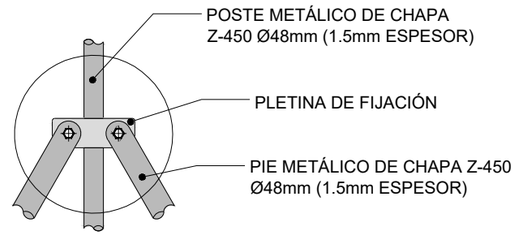
Cliente :	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.000	DIN A3
		Plano: PLANTA VALLADO	00	EMISIÓN INICIAL	230529	ABLL	DAJ	AGG	Nº Plano: CE-DW-19 Hoja: 1 de 1	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



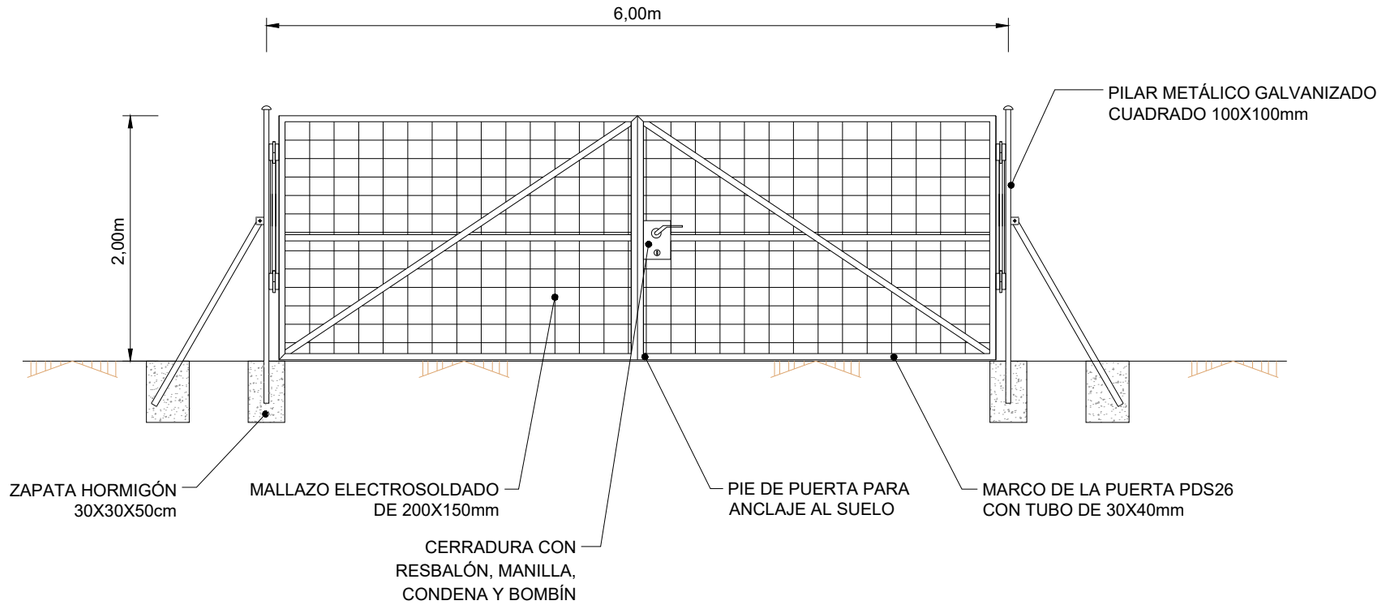
1 DETALLE DE VALLADO

Escala: 1:50



A DETALLE A

Escala: SE



2 DETALLE PUERTA ACCESO

Escala: 1:50

NOTAS:

- El vallado cumplirá con las prescripciones resultantes del trámite ambiental.
- Tipo de malla: Cinegética 200/20/20
- Altura libre al suelo: 20cm; huecos de 400mm² para paso de pequeños mamíferos.
- Diámetro alambres: superior e inferior: 2.45mm; resto 1,90mm
- No podrá tener elementos punzantes ni cortantes

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:50
		Plano: DETALLE DE VALLADO	00	EMISIÓN INICIAL	230421	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-20
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1

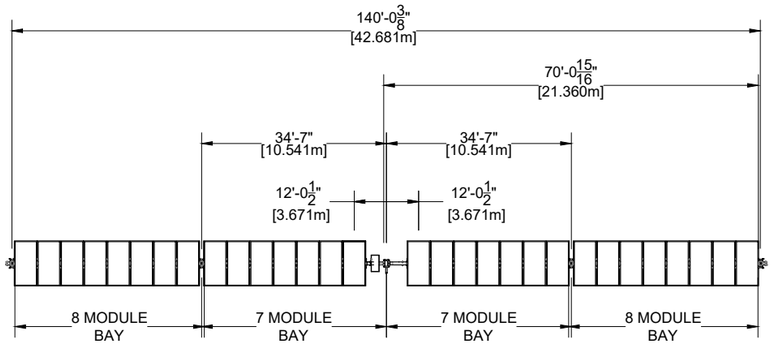
DIN A3

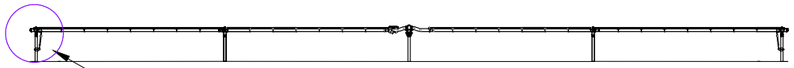
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023; Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428; Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1 DETALLE DE ESTRUCTURA: TRACKER 30 MODULOS

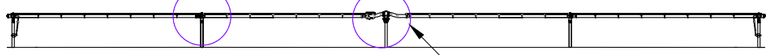
Escala: SE





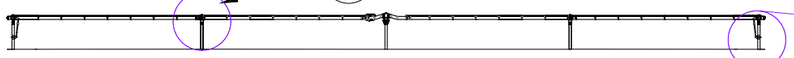
7 - HEAVY BHA, TYP.

8 - STANDARD BHA, TYP.



6 - SELF-POWERED CONTROLLER, TYP.

8 - STANDARD BHA, TYP.

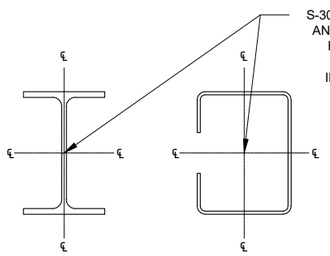


1 - PIER SPACING
SCALE: N.T.S.

3 - TRACKER ELEVATION, EXT
SCALE: N.T.S.

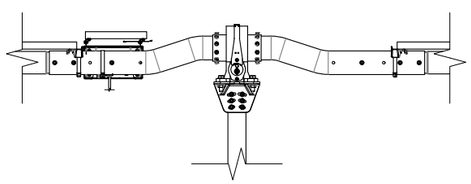
4 - TRACKER ELEVATION, EDGE
SCALE: N.T.S.

5 - TRACKER ELEVATION, INT
SCALE: N.T.S.

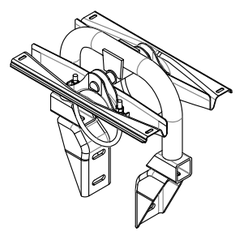


S-30X, DETAIL 3 DIMENSIONS FOR BAY AND TRACKER LENGTHS ARE TAKEN FROM CENTER OF BEAMS. SEE FOUNDATION DRAWING FOR IDENTIFICATION OF PIER TYPES.

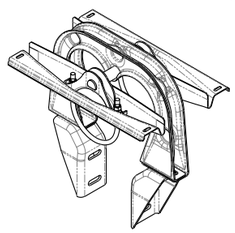
2 - CENTER OF WEB
SCALE: N.T.S.



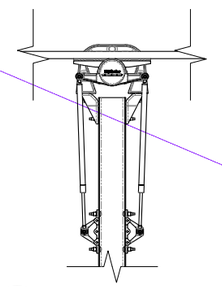
6 - SELF POWERED CONTROLLER
SCALE: N.T.S.



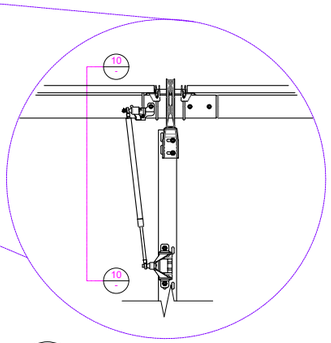
7 - HEAVY BHA, TYP.
SCALE: N.T.S.



8 - STANDARD BHA, TYP.
SCALE: N.T.S.



10 - DOUBLE DAMPER
SCALE: N.T.S.



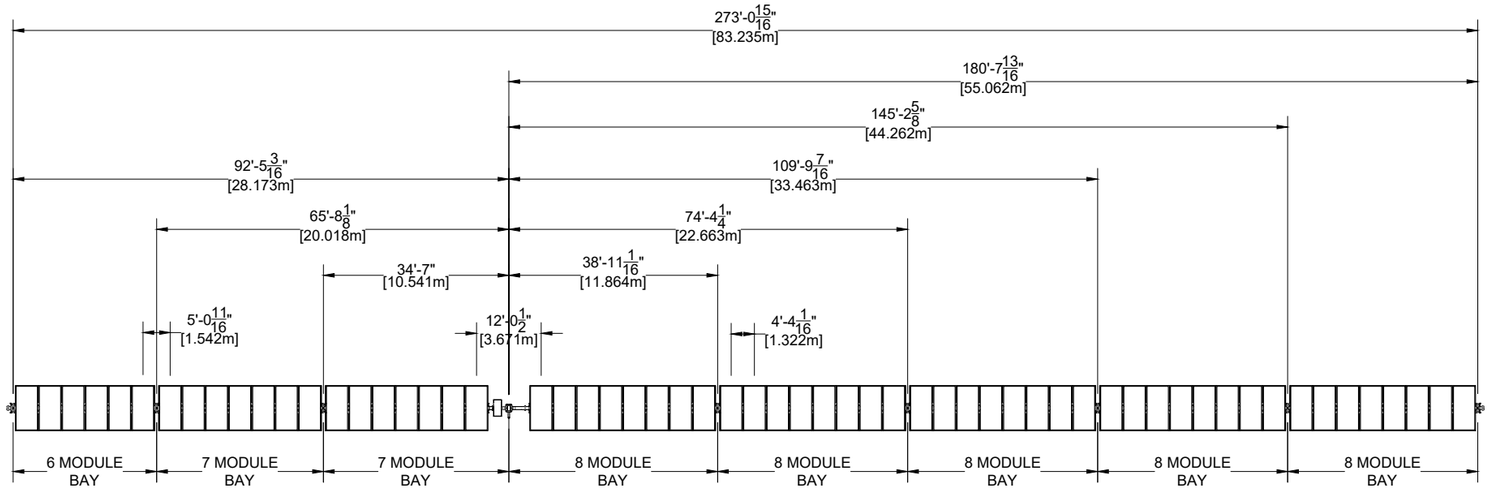
9 - DAMPER, TYP.
SCALE: N.T.S.

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE (0 10 20) / DIN A3
		Plano: DETALLE DE ESTRUCTURA	00	EMISIÓN INICIAL	230524	DAJ	JLA	AGG	Nº Plano: CE-DW-21 Hoja: 1 de 3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	

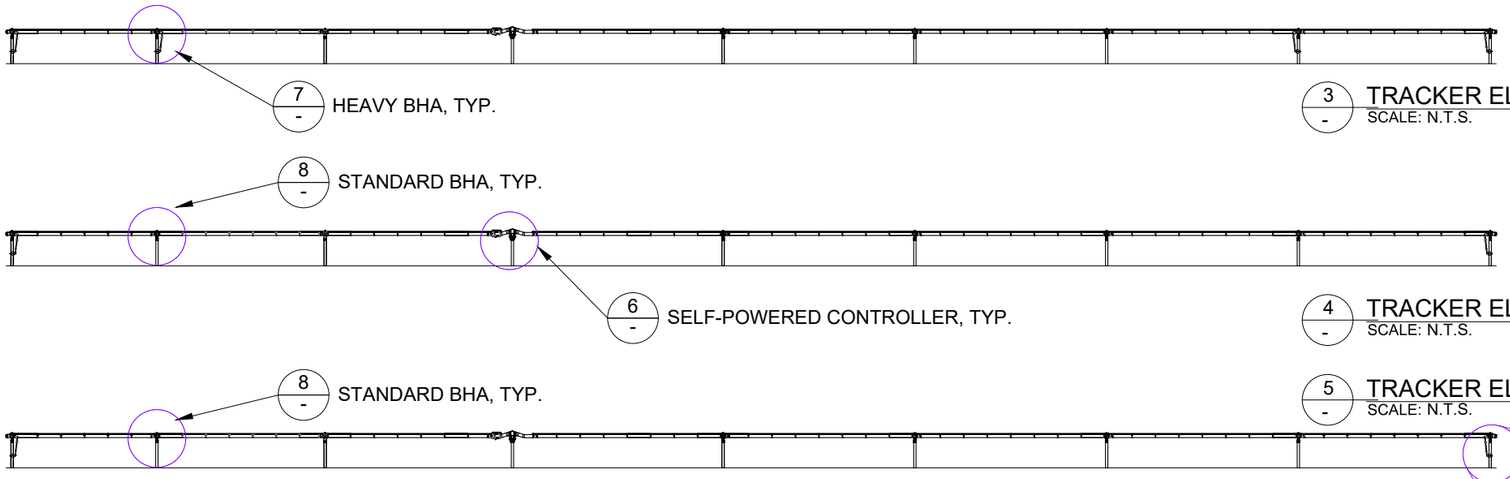
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802526. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2 DETALLE DE ESTRUCTURA: TRACKER 60 MODULOS
Escala: SE



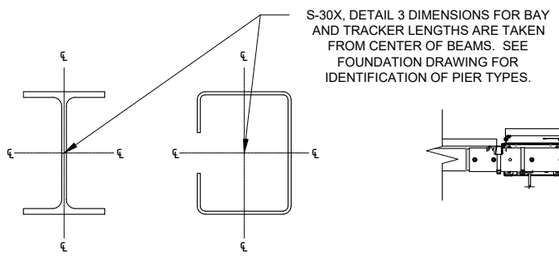
1 - PIER SPACING
SCALE: N.T.S.



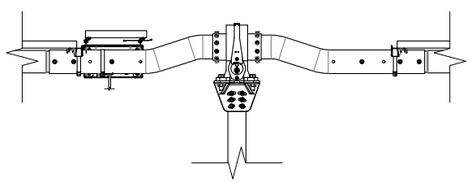
3 - TRACKER ELEVATION, EXT
SCALE: N.T.S.

4 - TRACKER ELEVATION, EDGE
SCALE: N.T.S.

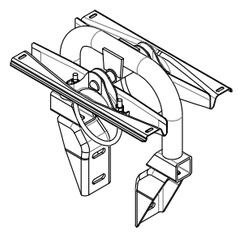
5 - TRACKER ELEVATION, INT
SCALE: N.T.S.



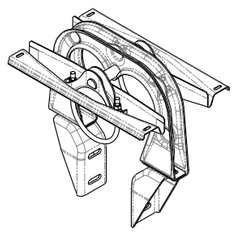
2 - CENTER OF WEB
SCALE: N.T.S.



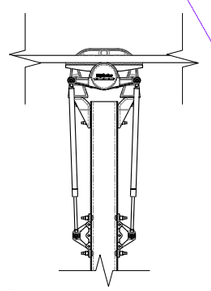
6 - SELF POWERED CONTROLLER
SCALE: N.T.S.



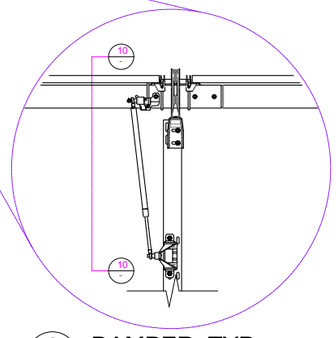
7 - HEAVY BHA, TYP.
SCALE: N.T.S.



8 - STANDARD BHA, TYP.
SCALE: N.T.S.



10 - DOUBLE DAMPER
SCALE: N.T.S.

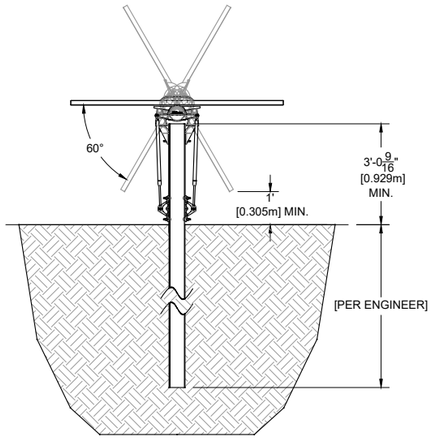


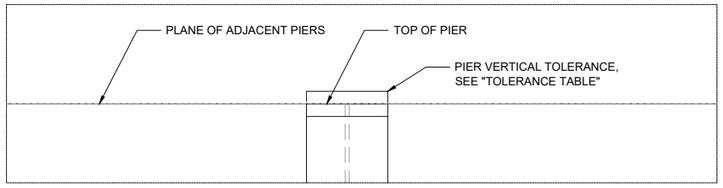
9 - DAMPER, TYP.
SCALE: N.T.S.

Cliente :	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE	DIN A3
IPC		Plano: DETALLE DE ESTRUCTURA	00	EMISIÓN INICIAL	230524	DAJ	JLA	AGG	Nº Plano: CE-DW-21	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 2 de 3		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



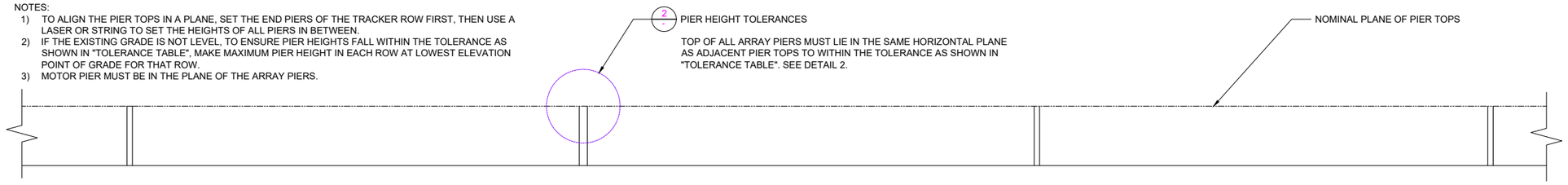


2 - PIER HEIGHT TOLERANCES
SCALE: N.T.S.

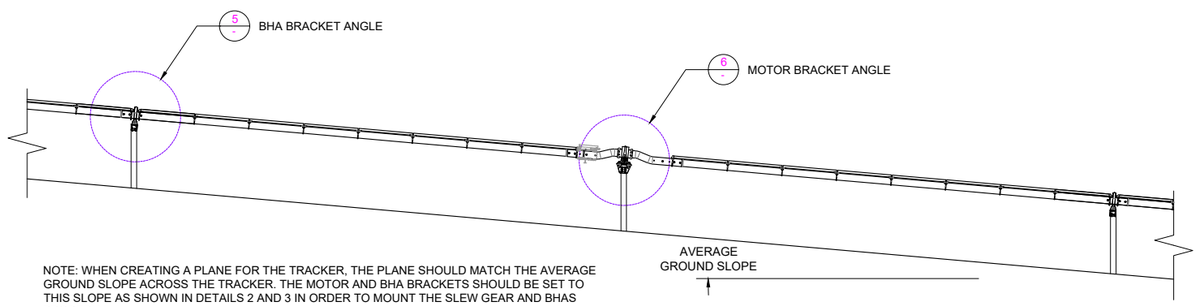
2.2 TOLERANCE TABLE

MEASUREMENT TYPE		0-6.1% (STANDARD SLOPE)	>6.1-15% (HIGH SLOPE)
TOP OF PIER E-W POSITION		+/- 1" (25.4 mm)	
TOP OF PIER N-S POSITION		+/- 1 3/4" (45.5 mm)	+/- 1 3/8" (34.9 mm)
PIER VERTICAL		+/- 11/16" (17.5 mm)	+/- 1/2" (12.7 mm)
PIER TWIST		+/- 5°	
0 - 3% TRACKER SLOPE	PIER PLUMB E-W	+/- 1.5°	-
	PIER PLUMB N-S	+/- 3°	-
>3 - 15% TRACKER SLOPE	PIER PLUMB E-W	+/- 1.5°	
	PIER PLUMB N-S	+/- 1.5°	

NOTES:
1) TO ALIGN THE PIER TOPS IN A PLANE, SET THE END PIERS OF THE TRACKER ROW FIRST, THEN USE A LASER OR STRING TO SET THE HEIGHTS OF ALL PIERS IN BETWEEN.
2) IF THE EXISTING GRADE IS NOT LEVEL, TO ENSURE PIER HEIGHTS FALL WITHIN THE TOLERANCE AS SHOWN IN "TOLERANCE TABLE", MAKE MAXIMUM PIER HEIGHT IN EACH ROW AT LOWEST ELEVATION POINT OF GRADE FOR THAT ROW.
3) MOTOR PIER MUST BE IN THE PLANE OF THE ARRAY PIERS.

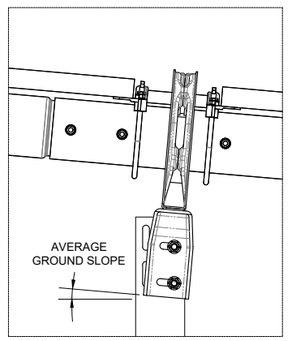


3 - TRACKER PLANAR TOLERANCES
SCALE: N.T.S.

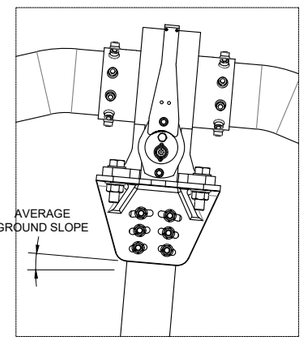


NOTE: WHEN CREATING A PLANE FOR THE TRACKER, THE PLANE SHOULD MATCH THE AVERAGE GROUND SLOPE ACROSS THE TRACKER. THE MOTOR AND BHA BRACKETS SHOULD BE SET TO THIS SLOPE AS SHOWN IN DETAILS 2 AND 3 IN ORDER TO MOUNT THE SLEW GEAR AND BHAS PROPERLY.

4 - PLANE PARALLEL W/ AVERAGE GROUND SLOPE
SCALE: N.T.S.



5 - BHA BRACKET ANGLE
SCALE: N.T.S.



6 - MOTOR BRACKET ANGLE
SCALE: N.T.S.

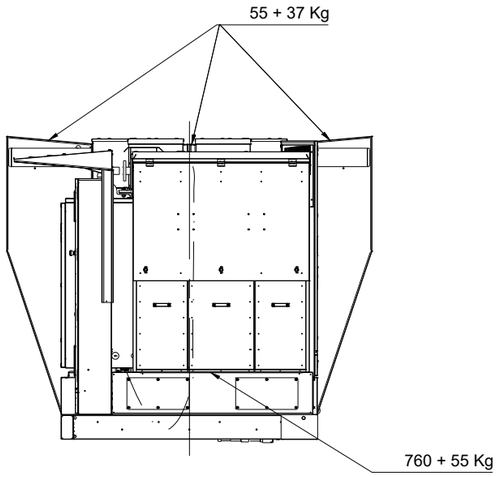
3 DETALLE DE ESTRUCTURA
Escala: Indicadas

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : Indicadas	DIN A3
		Plano: DETALLE DE ESTRUCTURA	00	EMISIÓN INICIAL	230524	DAJ	JLA	AGG	Nº Plano: CE-DW-21 Hoja: 3 de 3	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

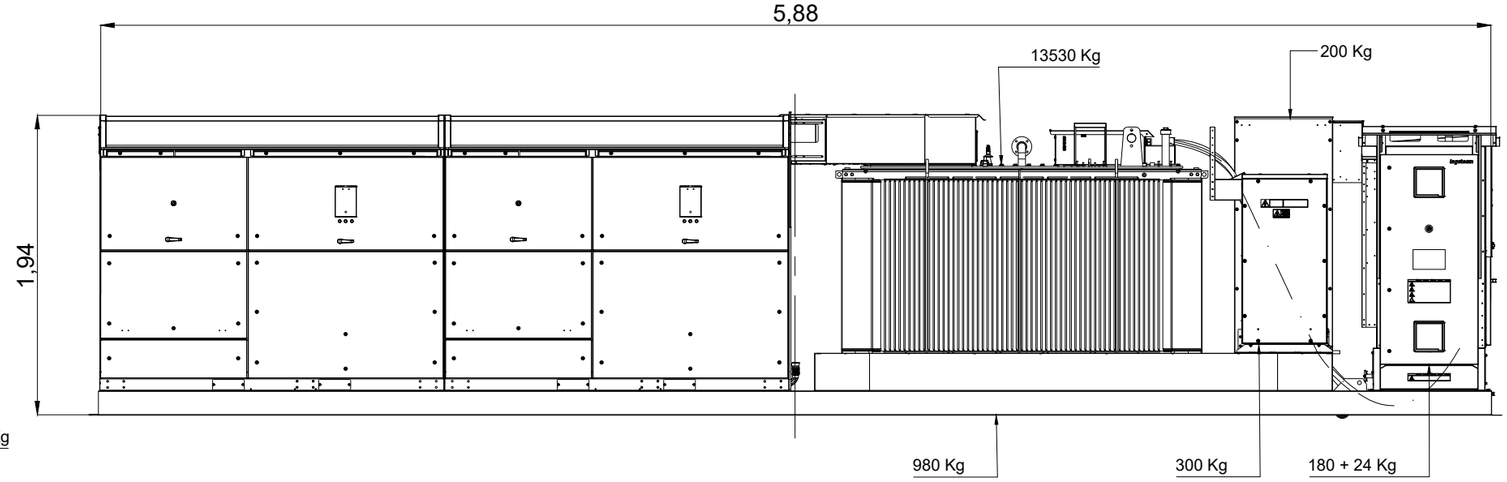
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALLANO

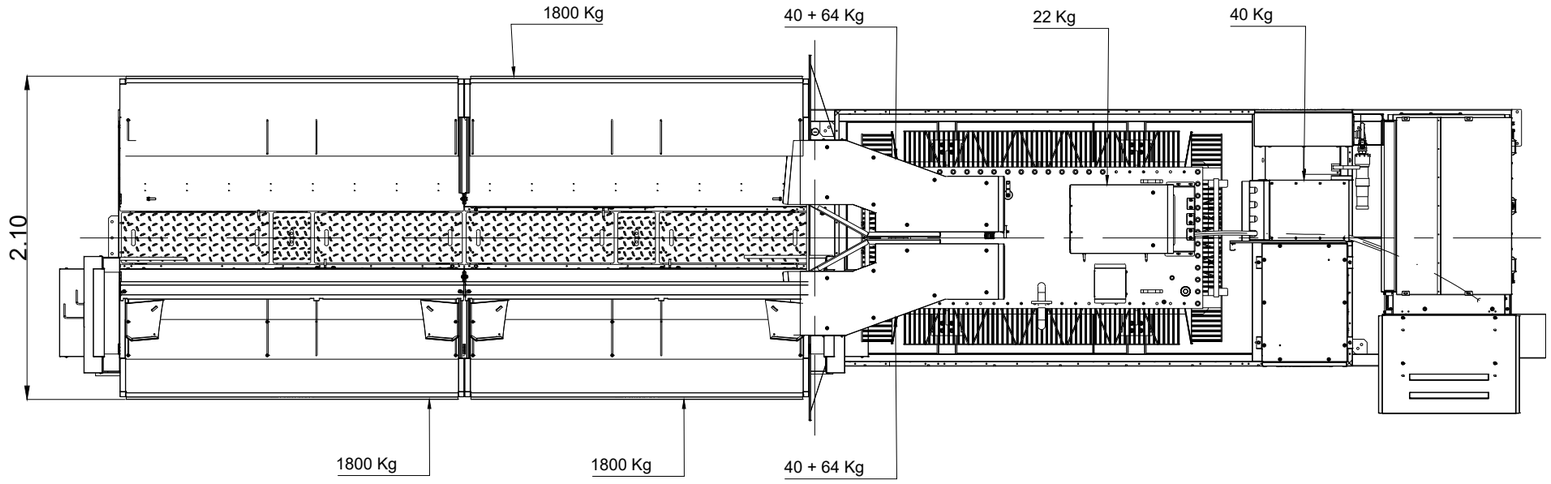
PERFIL



ALZADO



PLANTA



1 CENTRO DE TRANSFORMACION (4 INVERSORES): VISTAS

Escala: SE

*COTAS EN MM

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE (0 10 20) / DIN A3
		Plano: CENTRO DE TRANSFORMACION	00	EMISIÓN INICIAL	230421	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: CE-DW-22 Hoja: 1 de 1	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

CT1

INVERSOR CT1.INV.1
3200 A
16 A

INVERSOR CT1.INV.2
3200 A
16 A

INVERSOR CT1.INV.3
3200 A
16 A

INVERSOR CT1.INV.4
3200 A
16 A

CS01
CS02
CS03
CS04
CS05
CS06
CS07
CS08

A CELDAS MT CT1

CAJA DE STRING 1 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 2 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 3 — 270 Módulos 650 Wp = 175,50 kWp
CAJA DE STRING 4 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 5 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 6 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 7 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 8 — 240 Módulos 650 Wp = 156,00 kWp

CAJA DE STRING 1 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 2 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 3 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 4 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 5 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 6 — 240 Módulos 650 Wp = 156,00 kWp
CAJA DE STRING 7 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 8 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp

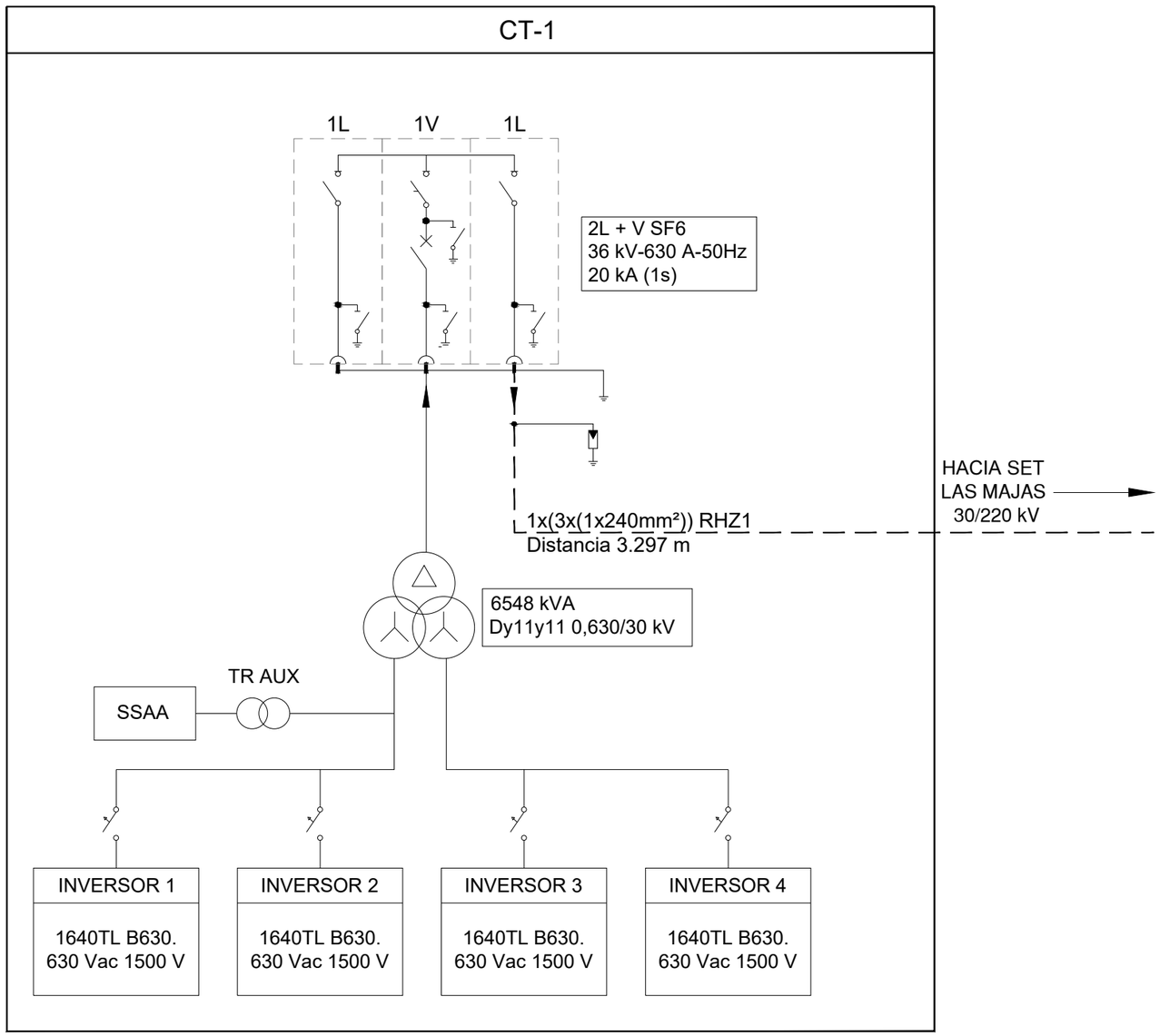
CAJA DE STRING 1 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 2 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 3 — 270 Módulos 650 Wp = 175,50 kWp
CAJA DE STRING 4 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 5 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 6 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 7 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 8 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp

CAJA DE STRING 1 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 2 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 3 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 4 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 5 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 6 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 7 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp
CAJA DE STRING 8 — 360 Módulos 650 Wp = 234,00 kWp

35 A
CLASE I+II
ZZ-F 1x6 mm²
1 2 30
String 1
String 2
String 8
String 9
String 12

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II								Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO		ESCALA : SE	DIN A1
		Plano: ESQUEMA UNIFILAR BAJA TENSIÓN	00	Emisión inicial	230530	DAJ	AGG	AGG		Nº Plano: EE-DW-01			
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		Hoja: 1 de 1			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón, Navarra y La Rioja (COIIARNAR) Fecha Visado: 25/05/2023 Fichero visado: 2305230921_Fichero visado.pdf Documento firmado por el COLEGIO Nº Colegiado: 24623 - Ingeniero Industrial
Verifique la validez de este documento en https://www.coiiarnar.es/VerificarVisado Cód. de verificación: 2305230921



1 UNIFILAR MEDIA TENSIÓN

Escala: SE

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE
		Plano: UNIFILAR MEDIA TENSION	00	EMISION INICIAL	230530	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: EE-DW-02	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1	

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802329. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



LEYENDA

- Vallado perimetral
- Seguidor 1V x 60
- Seguidor 1V x 30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Zanja String (Cu)
- Zanja string + Baja Tensión (Cu+Al)
- Zanja Baja Tensión (Al)
- Zanja comunicaciones
- Edificio multiusos y punto limpio

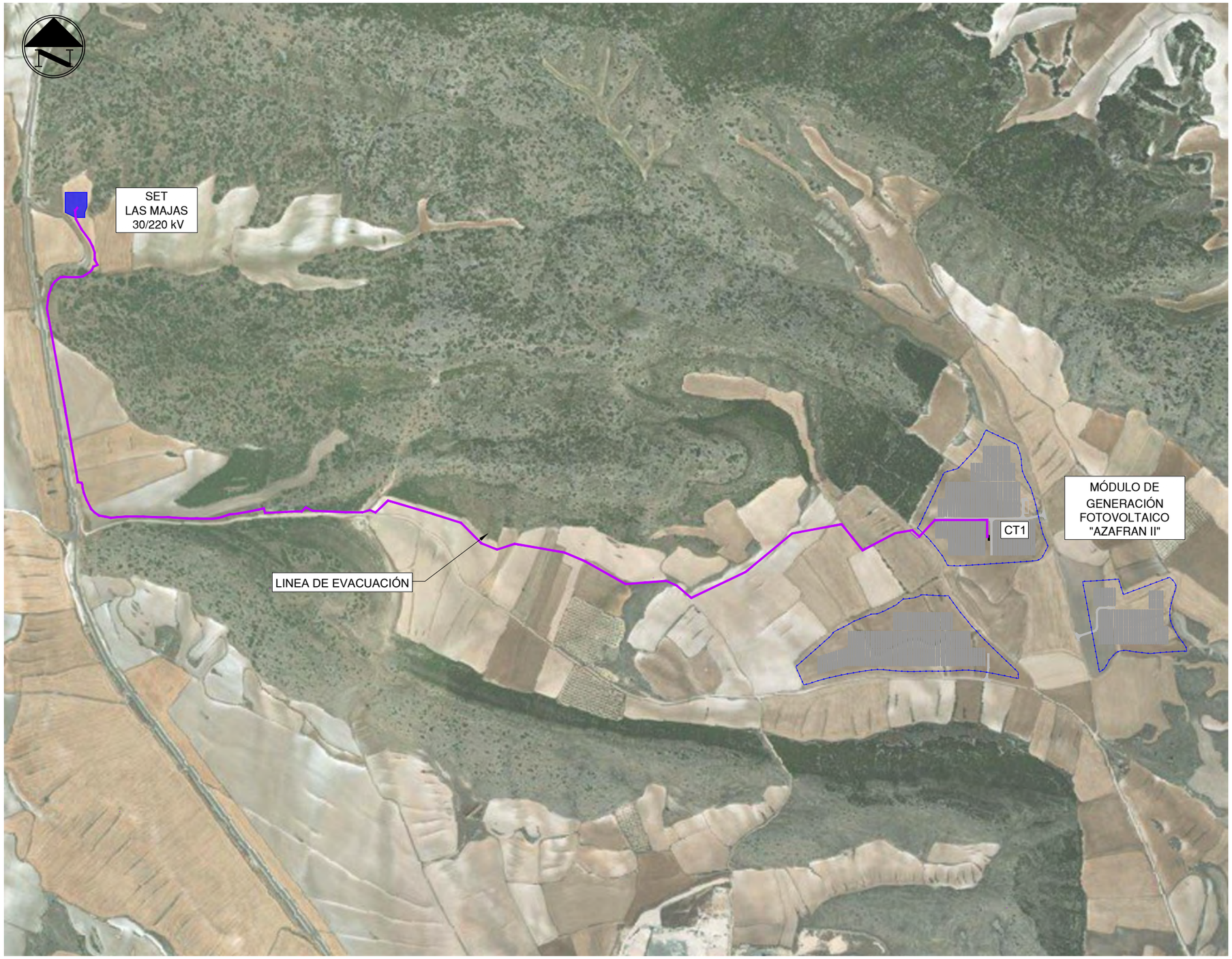
1 PLANTA GENERAL
Escala 1:3.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electronicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500	DIN A3
		Plano: TRAZADO BT	00	EMISIÓN INICIAL	230530	ABLL	DAJ	AGG	Nº Plano: EE-DW-03		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



LEYENDA

- Vallado perimetral
- Seguidor 1V x 60
- Seguidor 1V x 30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Zanja Tipo MT1: Línea evacuación
- Edificio multiusos y punto limpio

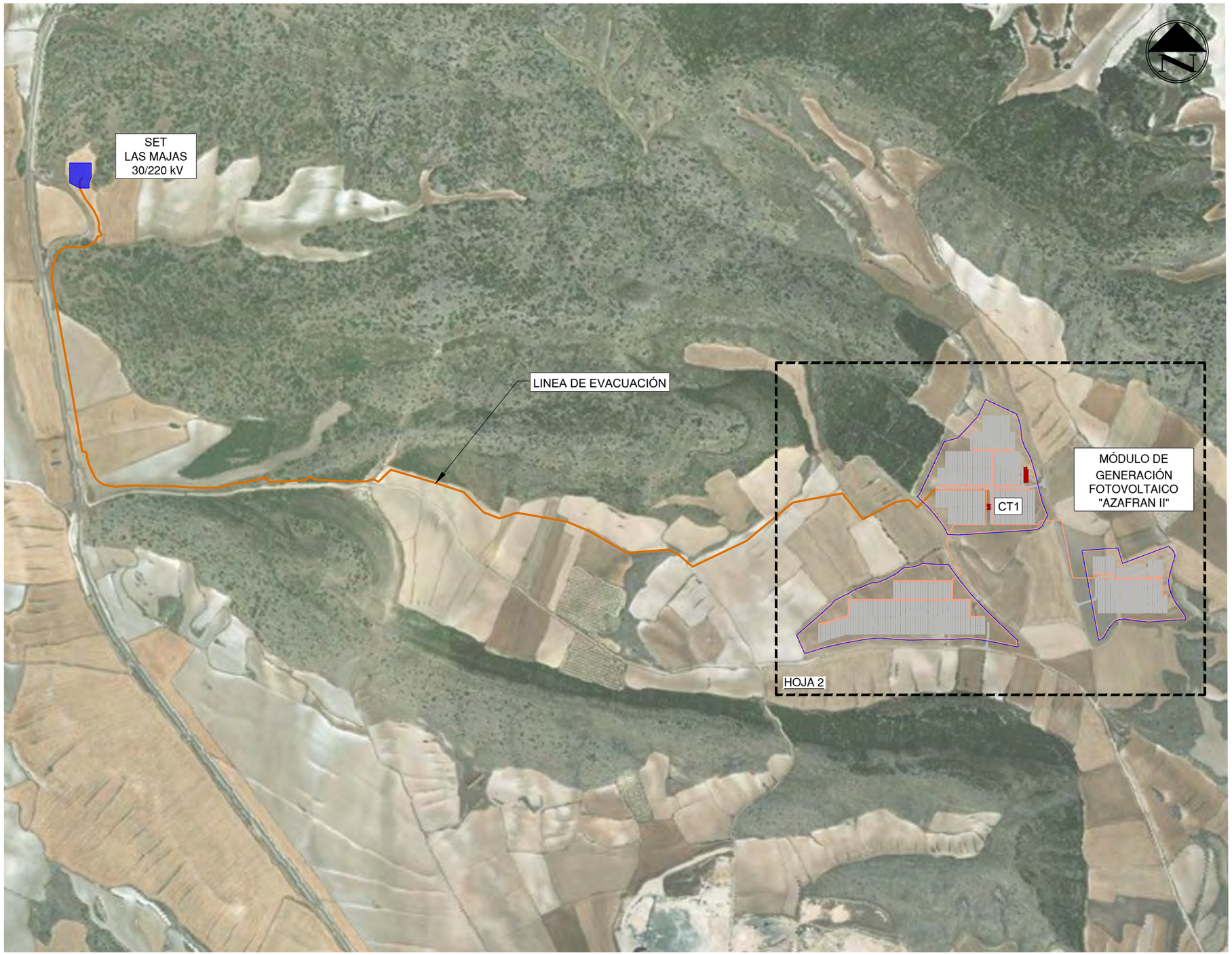
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802329.
Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1 PLANTA GENERAL Y LÍNEA DE EVACUACIÓN
Escala 1:10.000

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:10.000	DIN A3
		Plano: TRAZADO MT	00	EMISIÓN INICIAL	230530	ABLL	DAJ	AGG	Nº Plano: EE-DW-04 Hoja: 1 de 1	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



LEYENDA

- Vallado perimetral
- Seguidor 1V x 60
- Seguidor 1V x 30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Cable cobre 35mm² (BT)
- Cable cobre 50mm² (MT)
- Anillo PAT de CT
  Cable de cobre 95mm² + 8picas
- Malla PAT de Edificio
  Cable de cobre 95mm²
- Edificio multiusos y punto limpio

1 PLANTA GENERAL Y LÍNEA DE EVACUACIÓN
Escala 1:10.000

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:10.000	DIN A3
		Plano: TRAZADO PAT	00	EMISIÓN INICIAL	230530	ABLL	DAJ	AGG	Nº Plano: EE-DW-05 Hoja: 1 de 2	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electronicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



LEYENDA

- Vallado perimetral
- Seguidor 1V x 60
- Seguidor 1V x 30
- Centro de transformación
- Viales interiores
- Cable cobre 35mm² (BT)
- Cable cobre 50mm² (MT)
- Anillo PAT de CT
  Cable de cobre 95mm² + 8picas
- Malla PAT de Edificio
  Cable de cobre 95mm²
- Edificio multiusos y punto limpio

1 PLANTA GENERAL
Escala 1:3.500

Sistema de coordenadas: UTM-ETRS89 Huso 30-N

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : 1:3.500	DIN A3
		Plano: TRAZADO PAT	00	EMISIÓN INICIAL	230530	ABLL	DAJ	AGG	Nº Plano: EE-DW-05		
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 2 de 2		

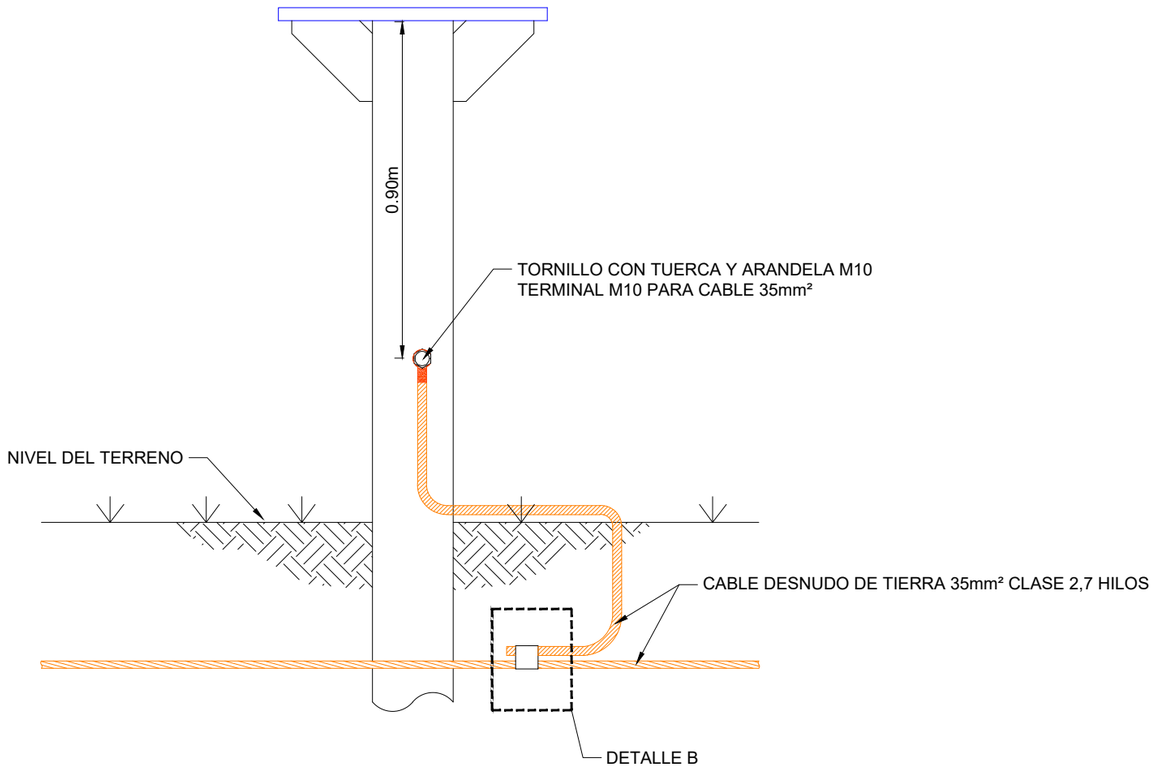
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303693. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electronicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

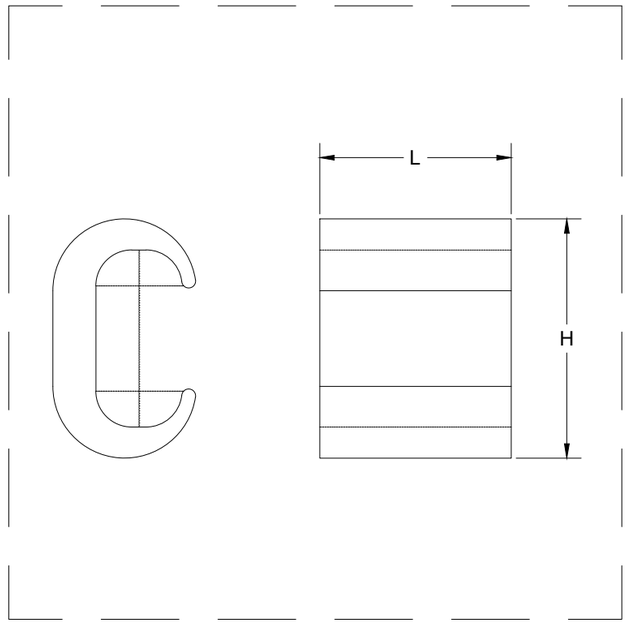


1 ALZADO SEGUIDOR
Escala: SE

CONEXIÓN A TIERRA DEL SEGUIDOR



A DETALLE DE PUESTA A TIERRA DEL SEGUIDOR
Escala: SE



B DETALLE B
Escala: SE

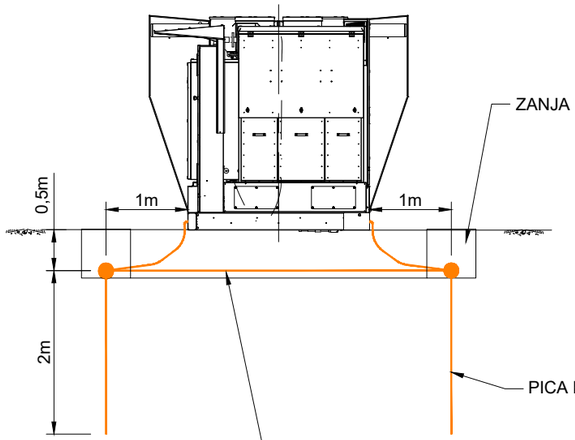
Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE
		Plano: DETALLE DE PUESTA A TIERRA	00	EMISIÓN INICIAL	230530	DAJ	JLA	AGG	Nº Plano: EE-DW-06
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 4

DIN A3

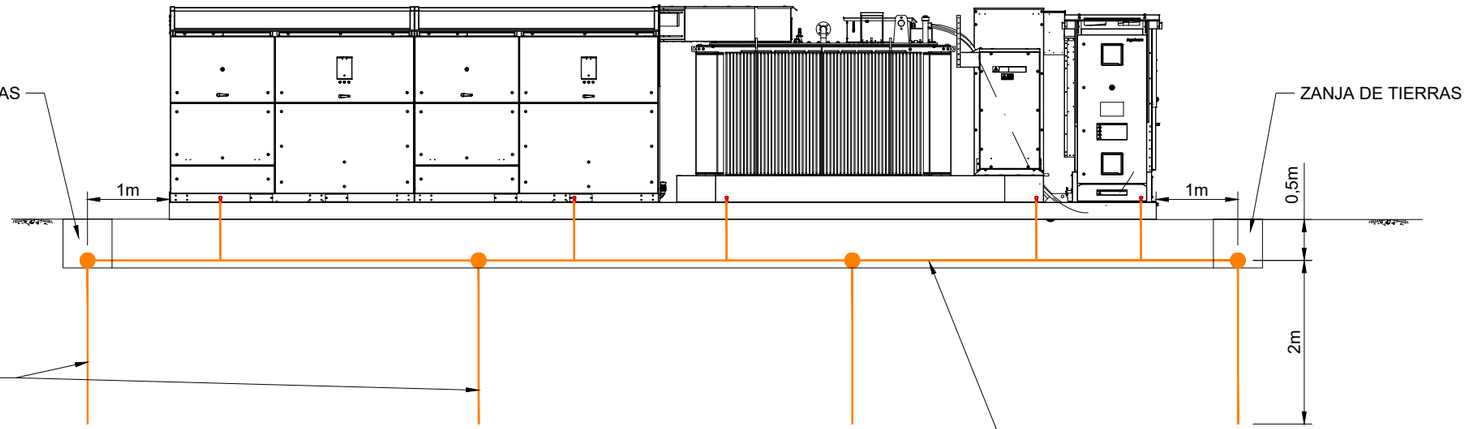
Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023; Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802329; Nº Colegiado: 18428; Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

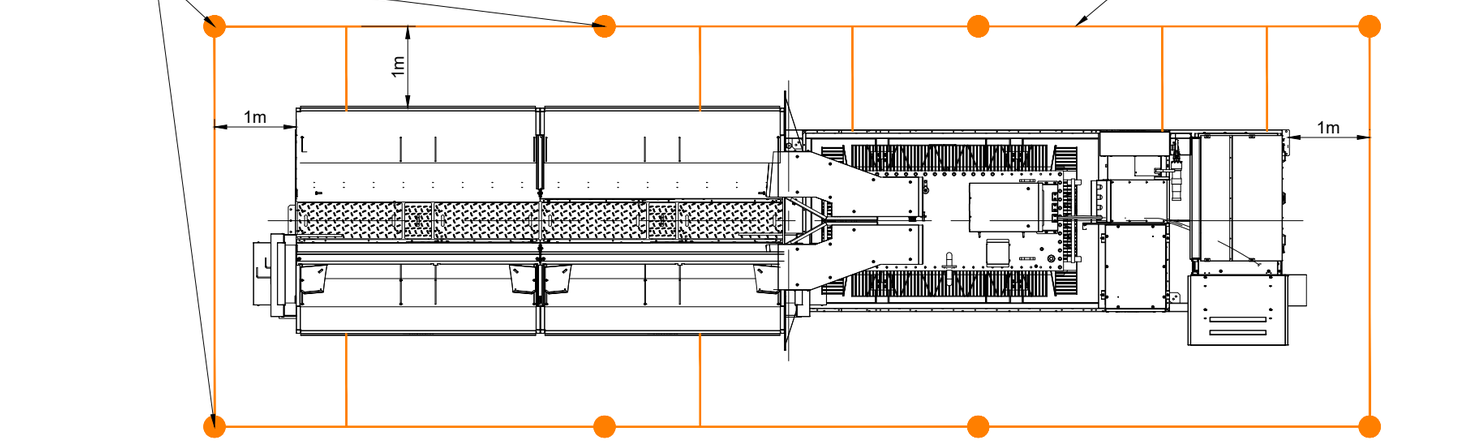
PERFIL



ALZADO



PLANTA



NOTA:

La puesta a tierra del centro de transformación se realizará conectando cada equipo a un anillo de cobre desnudo de 95mm² de sección colocado a 1m de distancia de la losa y a 0.5m de profundidad. En dicho anillo se ubicarán 8 picas de acero recubierto de cobre de 2m de longitud, dispuestas como se muestra en este plano.
La ubicación de las conexiones mostradas en este plano es orientativa y solo pretende mostrar de manera esquematica la conexion de los equipos del centro de transformación al anillo de puesta a tierra

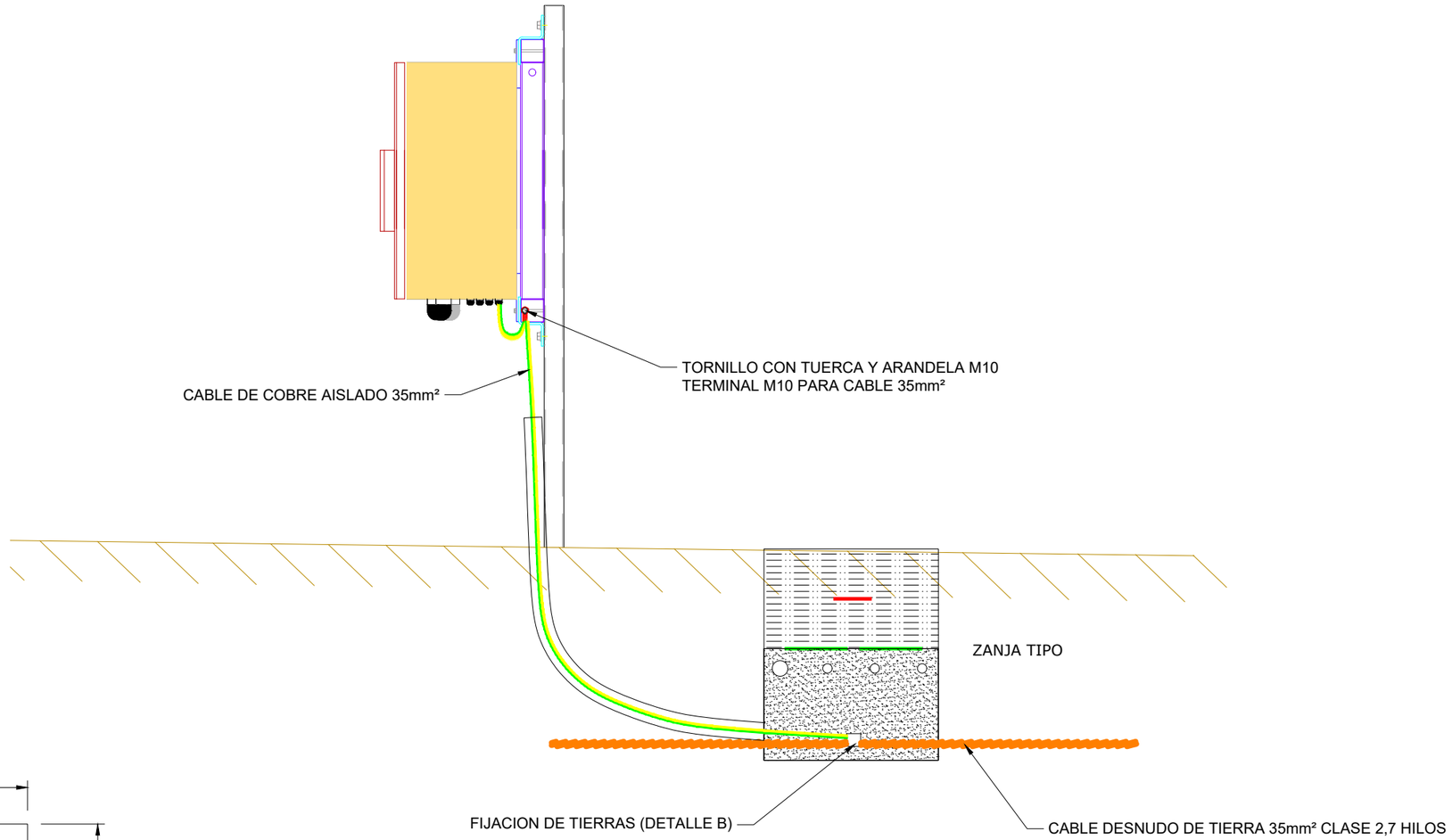
1 DETALLE DE PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACION

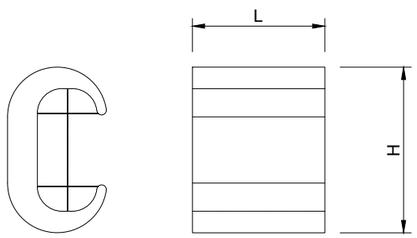
Escala: SE

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE
		Plano: DETALLE DE PUESTA A TIERRA	00	EMISIÓN INICIAL	230530	DAJ	JLA	AGG	Nº Plano: EE-DW-06 Hoja: 2 de 4	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363/3. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 3802329. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO





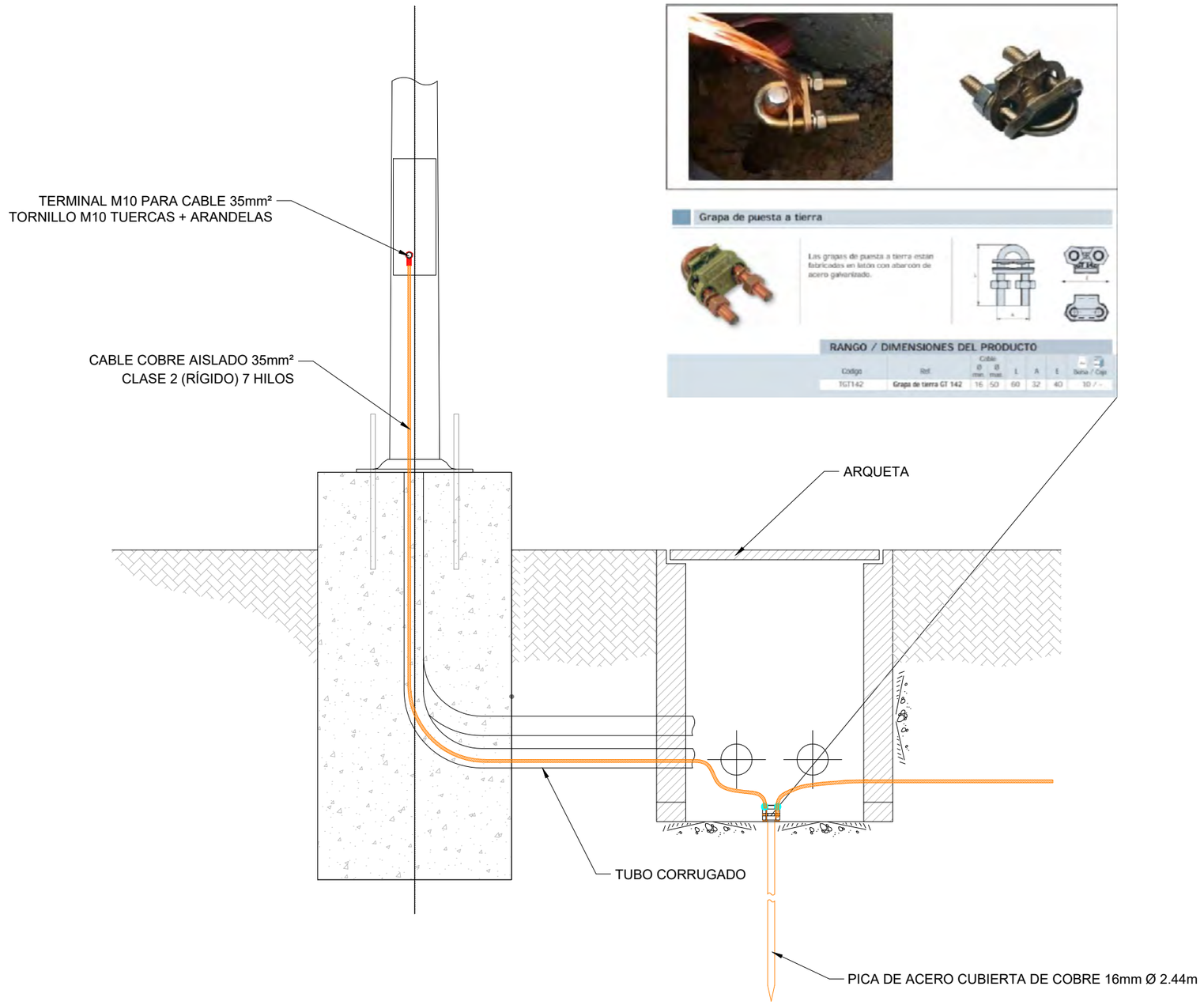
B DETALLE B
Escala: SE

1 DETALLE DE PUESTA A TIERRA COMBINER BOX
Escala: SE

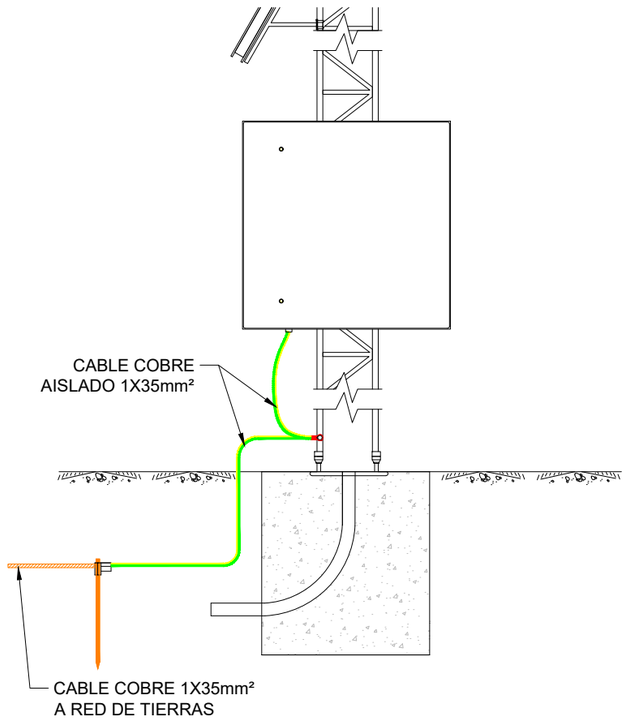
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802525. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE
		Plano: DETALLE DE PUESTA A TIERRA	00	EMISIÓN INICIAL	230530	DAJ	JLA	AGG	Nº Plano: EE-DW-06 Hoja: 3 de 4	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



1 DETALLE DE PUESTA A TIERRA BACULO CCTV
Escala: SE

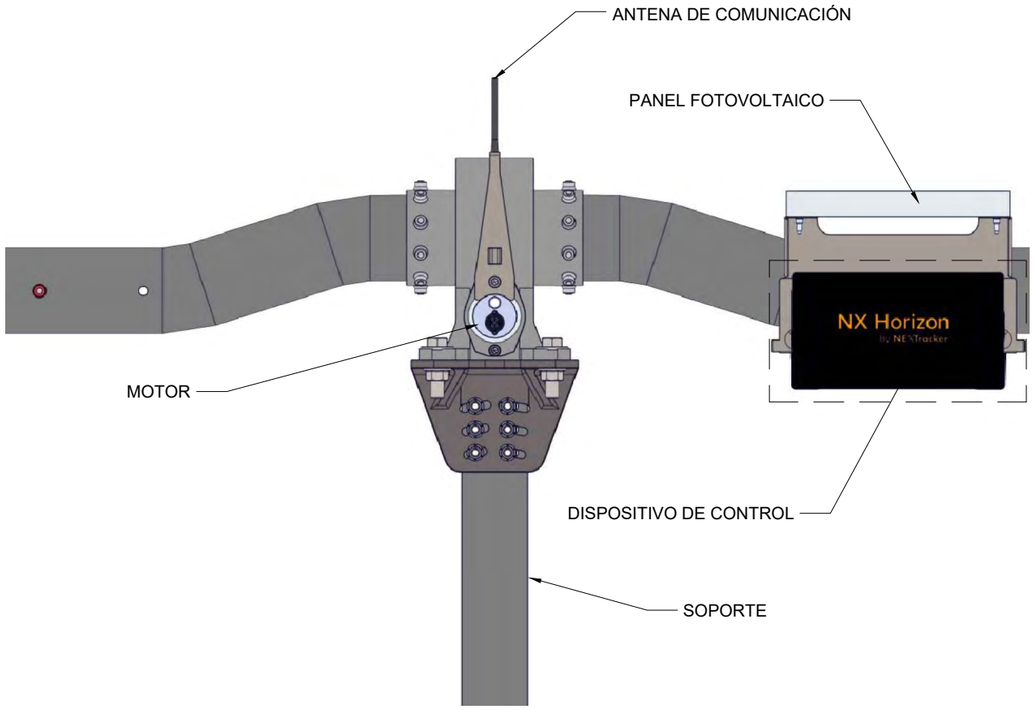


2 CONEXION EST. METEO A RED DE TRIERRAS
Escala: SE

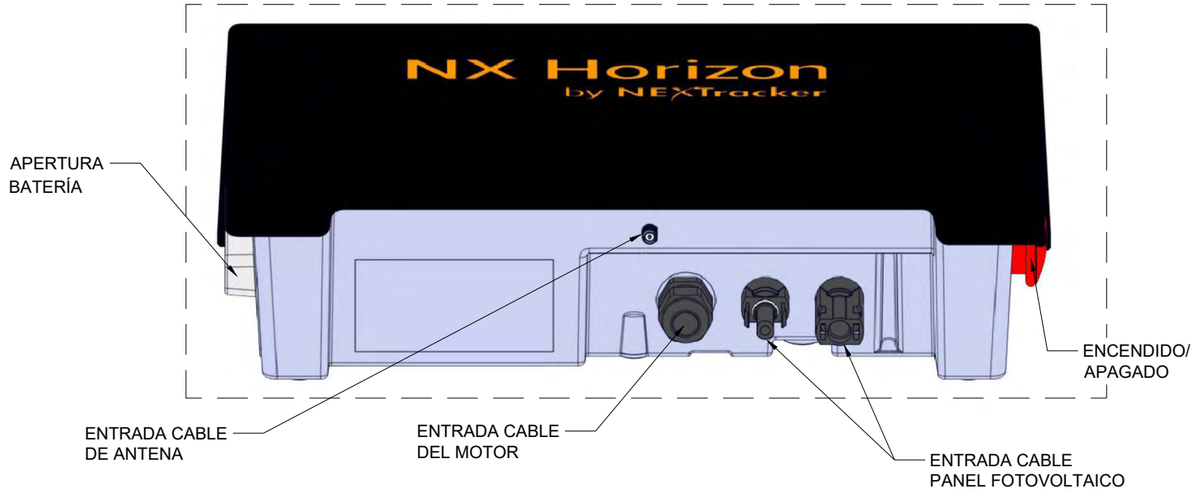
Cliente :	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE	DIN A3
IPC		Plano: DETALLE DE PUESTA A TIERRA	00	EMISIÓN INICIAL	230530	DAJ	JLA	AGG	Nº Plano: EE-DW-06	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 4 de 4		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



DETALLE DISPOSITIVO DE CONTROL



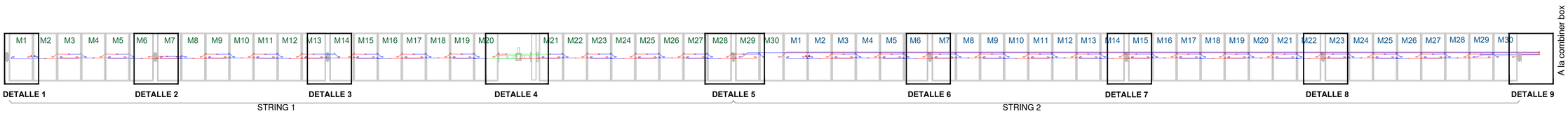
1 DETALLE ALIMENTACION SEGUIDORES

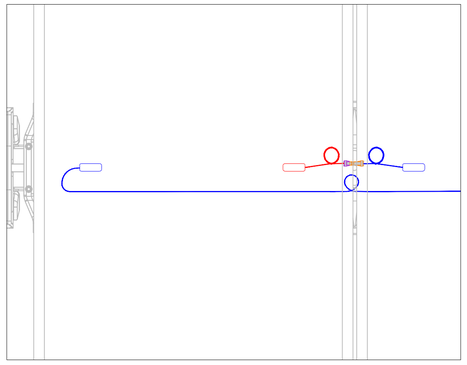
Escala: SE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

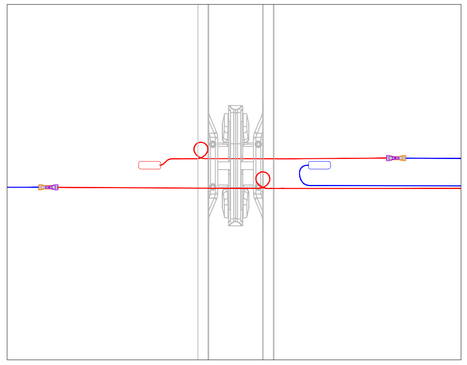
Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE
		Plano: DETALLE ALIMENTACION SEGUIDORES	00	EMISIÓN INICIAL	230525	ABLL	AGG	AGG	Nº Plano: EE-DW-07 Hoja: 1 de 1	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

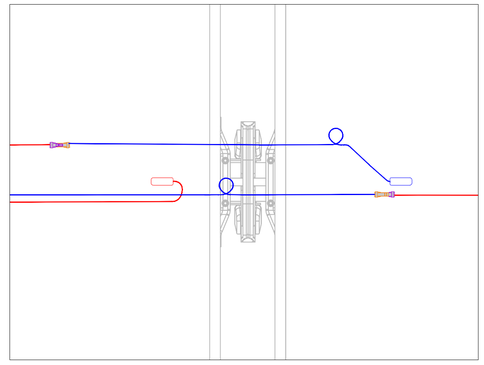




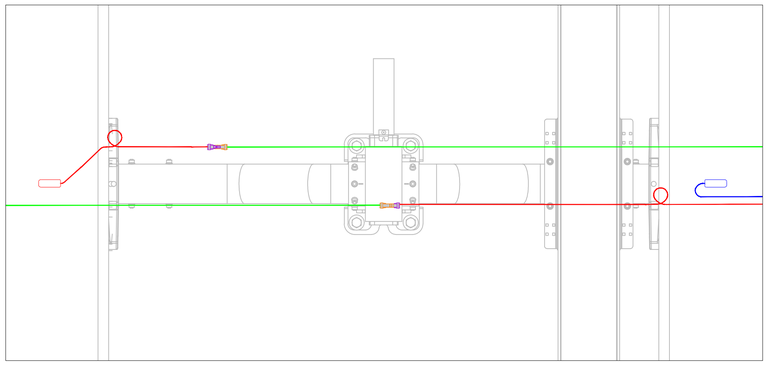
DETALLE 1



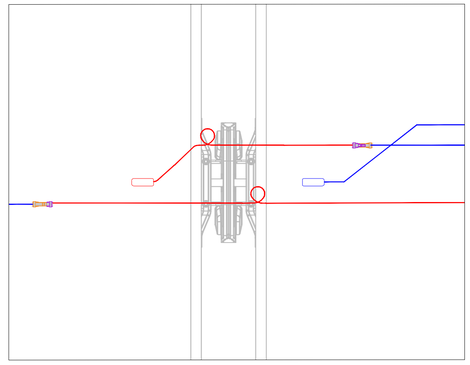
DETALLE 2



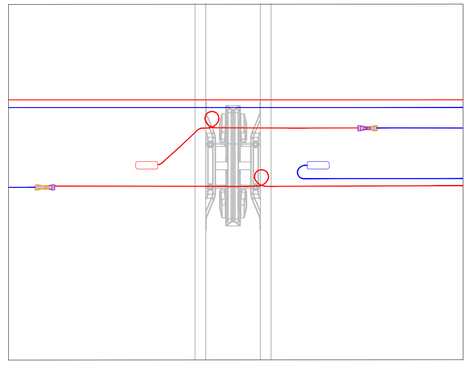
DETALLE 3



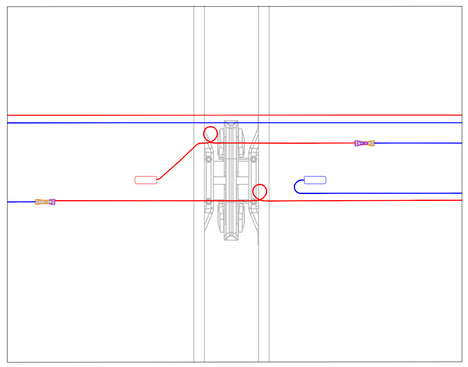
DETALLE 4



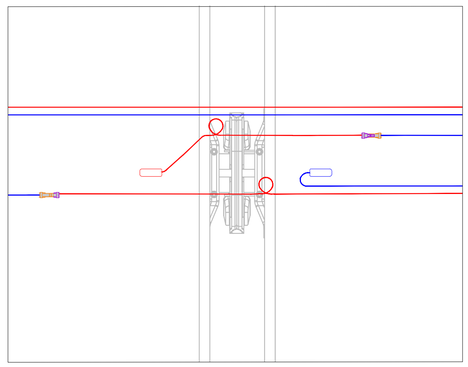
DETALLE 5



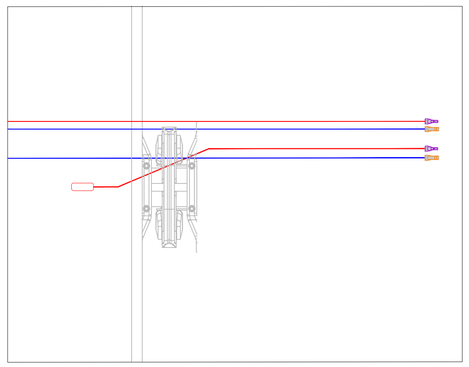
DETALLE 6



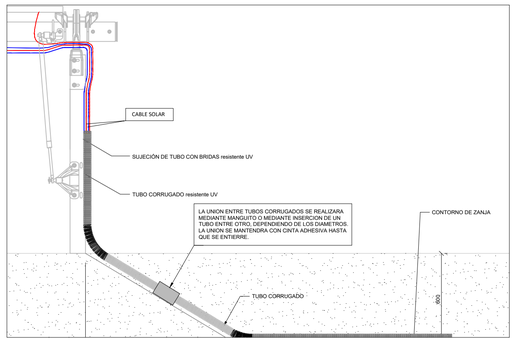
DETALLE 7



DETALLE 8



DETALLE 9



DETALLE ENTUBACION DE STRINGS

LEYENDA

- Caja de conexión
- +FV cable solar 6mm²
- -FV cable solar 6mm²
- Cable solar longitud extra 6mm²
- Conector simple MC4 positivo
- Conector simple MC4 negativo

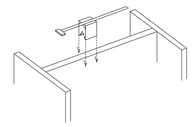
NOTAS:

1.- LA SUJECIÓN DE LOS CABLES ENTRE SÍ Y DE LOS CABLES AL TORQUE TUBE, SE REALIZARÁ MEDIANTE:

BRIDAS RESISTENTES A RADIACIÓN UV (PA66W).
LOS CABLES DEBEN DISCURRIR POR LA PARTE BAJA DEL TORQUE TUBE.

2.- EN LA UBICACIÓN DE LOS SOPORTES, PARA EL PASO DE CABLES ENTRE ESTOS Y EL TORQUE TUBE, SE COLOCARÁ UNA FIJACIÓN SIMILAR A LA SIGUIENTE:



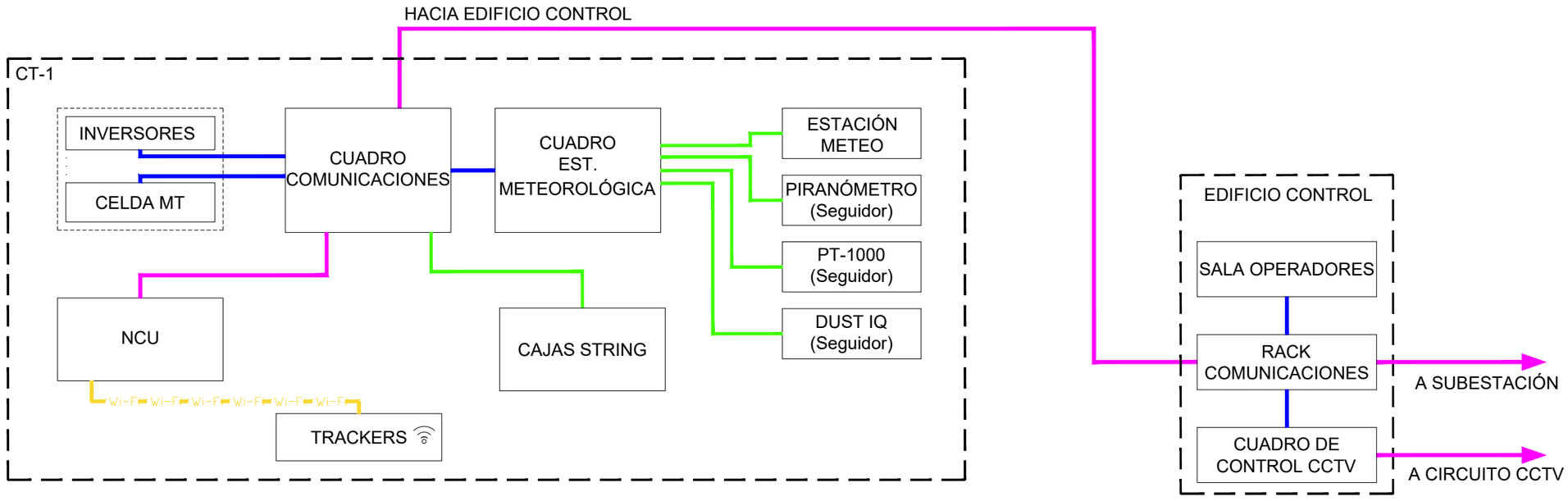


3.- TODAS LAS MEDIDAS SON EN mm. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

1 DETALLE CONEXIONADO DE MODULOS
Escalas: SE

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE	DIN A1
		Plano: DETALLE CONEXIONADO DE MODULOS	00	EMISION INICIAL	230529	ABLL	DAJ	AGG	Nº Plano: EE-DW-08	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1	

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón, Navarra y La Rioja (COIIAR) Fecha Visado: 31/05/2023 Trabajo Nº: 23/00222 Tipo de trabajo: Proyecto para el CCTT Fin de obra Nº de colegiado: 2643 Titulación: GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
Verifique este documento en el CCTT de COIIAR en la dirección https://www.coiiar.es/verificado_2w/ con el código: 23/00222



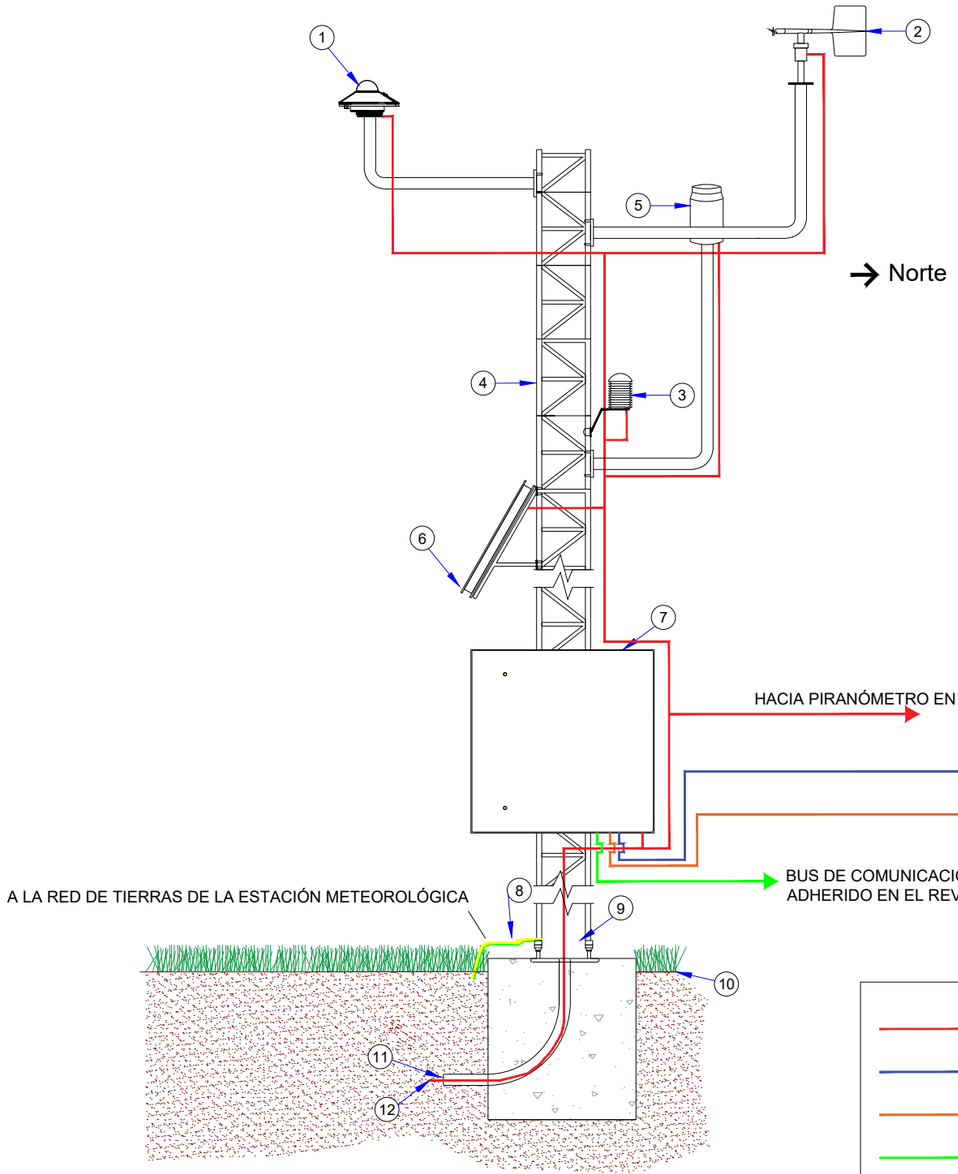
1 ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES

Escala: SE

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II							Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE	DIN A3
		Plano: ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES	00	EMISIÓN INICIAL	230524	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: IG-DW-01 Hoja: 1 de 1	0 10 20	
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado			

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electronicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



1. PIRANÓMETRO
2. ANEMÓMETRO Y VELETA
3. SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA
4. POSTE
5. PLUVIÓMETRO
6. ALIMENTACIÓN MEDIANTE PANEL SOLAR
7. CUADRO DE CONTROL 600x600x210
8. CABLE DE TIERRA
9. BASE METÁLICA
10. NIVEL DEL TERRENO
11. TERRENO
12. CABLES DE SENSORES METEOROLÓGICOS

- BUS DE COMUNICACIONES DE SENSORES CON CAJA CONTROL
- BUS DE COMUNICACIONES
- CABLE DE ALIMENTACIÓN
- CABLE DE PT1000

1 DETALLE ESTACION METEOROLOGICA

Escala: SE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20230363; Fecha Visado: 28/08/2023; Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802329. Nº Colegiado: 18428; Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

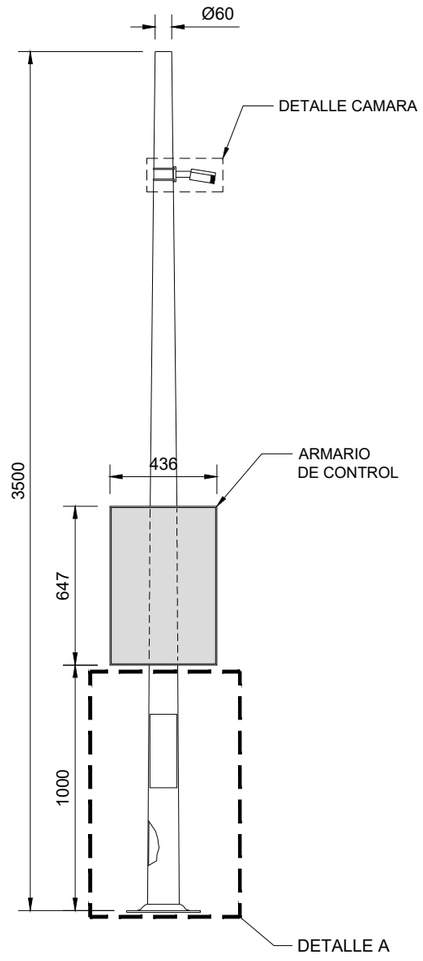
Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : SE (0 10 20)
		Plano: DETALLE ESTACION METEOROLOGICA	00	EMISIÓN INICIAL	230524	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: IG-DW-02 Hoja: 1 de 1	DIN A3
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado		

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



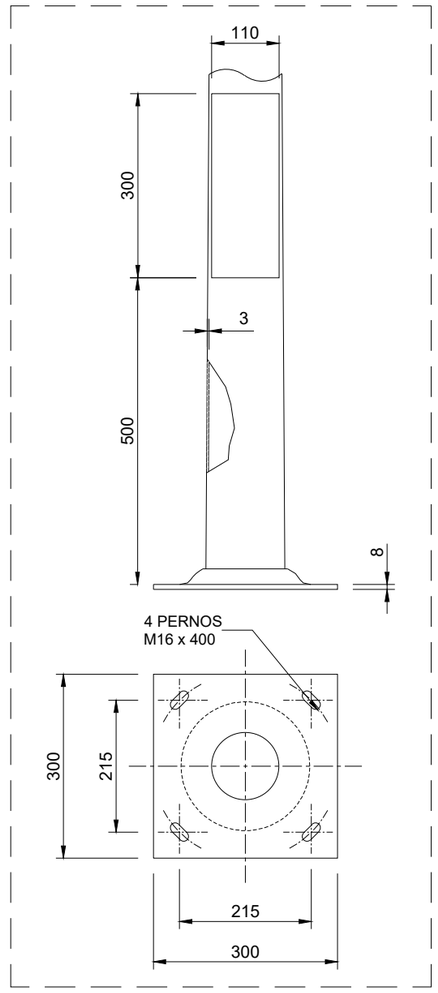
1 DETALLE CAMARA

Escala: SE



3 DETALLE BACULO 3,5m ALTURA

Escala: 1/25



A DETALLE A

Escala: 1/10

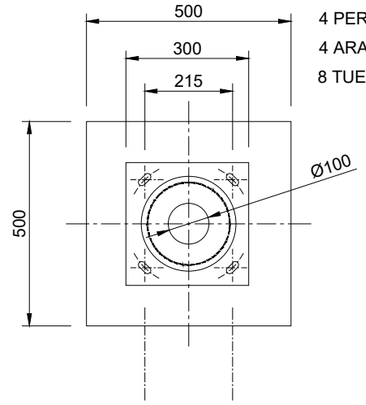


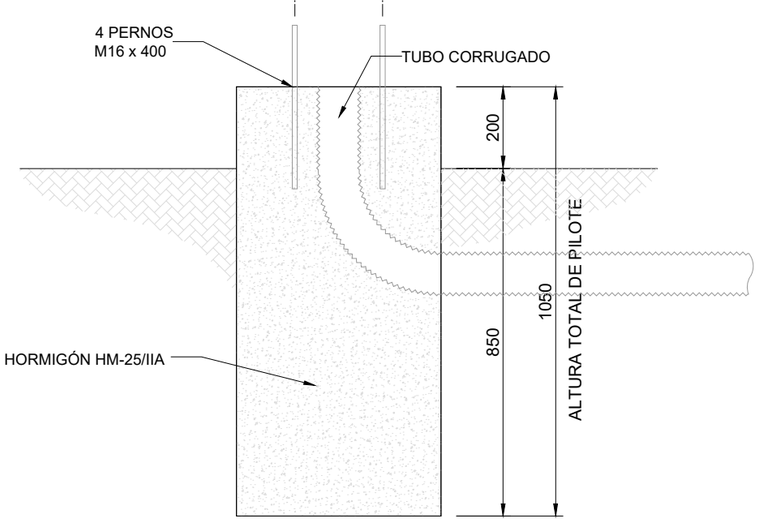
Homologación	Certificado AENOR nº 019/000017
Construcción	UNE-EN-40-2 y UNE-EN-40-5
Acero	Calidad S 235 JR según Norma UNE-EN 10 025
Plegado	UNE 36 080-85-1
Soldadura	EN-1011-1 y EN-1011-2
Galvanizado	UNE-EN-ISO-1461

2 FIJACION ARMARIO DE CONTROL

Escala: SE

1 PLANTILLA PARA POSTE DE FUNDICION 4AG
4 PERNOS M16 x 400
4 ARANDELAS PLANAS DE M16
8 TUERCAS HEXAGONALES M16





4 DETALLE CIMENTACION

Escala: 1/15

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cliente : IPC	Autor :	Proyecto: MODULO DE GENERACION FOTOVOLTAICO - AZAFRAN II						Tipo: PROYECTO ADMINISTRATIVO	ESCALA : Indicadas
		Plano: DETALLES DE SISTEMA DE SEGURIDAD	00	EMISIÓN INICIAL	230524	DAJ	AGG	AGG	Nº Plano: IG-DW-03
			REV.	DESCRIPCIÓN	Fecha	Dibujado	Revisado	Aprobado	Hoja: 1 de 1

DIN A3

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

Pliego de condiciones y especificaciones

Madrid, mayo 2023

Alejandro García Galiano

47305899-M

Colegiado nº 18.428

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: [illegible]
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1. OBJETO 1
2. CODIGOS Y NORMAS 1
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OBRA CIVIL 14
3.1. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS 14
3.1.1. Alcance de los trabajos 14
3.1.2. Instrumentos 16
3.1.3. Red geodésica 16
3.1.4. Sistema de coordenadas 17
3.1.5. Replanteo 17
3.1.6. Pendientes, radios de acuerdo y sobreanchos 18
3.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS 18
3.2.1. Desbroce y limpieza del terreno y excavación de tierra vegetal. 18
3.2.2. Demoliciones 19
3.2.3. Escarificación y compactación 19
3.2.4. Excavaciones 19
3.2.4.1. Excavación de la explanada y transporte 19
3.2.4.2. Excavación en zanjas y cimentaciones 20
3.2.5. Rellenos 21
3.2.5.1. Rellenos en zonas de nivelación y caminos 21
3.2.5.2. Rellenos de zanjas 22
3.2.5.3. Relleno de cimentaciones 23
3.2.5.4. Rellenos con material filtrante 23
3.2.6. Voladuras 23
3.2.7. Pedraplenes 23
3.3. VIALES INTERNOS 24
3.3.1. Excavaciones 24
3.3.2. Rellenos 24
3.3.3. Firmes 24
3.3.3.1. Subbases granulares 24
3.3.3.2. Zahorras 25
3.3.3.3. Suelos estabilizados in situ 25
3.3.3.4. Riegos de Imprimación 25

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.3.3.5. Riegos de Adherencia 25
3.3.3.6. Mezclas bituminosas en caliente 25
3.3.3.7. Pavimentos de hormigón 27
3.3.3.7.1. Materiales 27
3.3.3.7.2. Áridos 27
3.3.3.7.3. Árido fino 27
3.3.3.7.4. Aditivos 27
3.3.3.7.5. Producto filmógeno de curado 27
3.3.3.7.6. Tipo de hormigón 28
3.3.3.7.7. Condiciones del proceso de ejecución 28
3.4. OBRAS DE CONTENCIÓN DE TALUDES 28
3.4.1. Piedra de Escollera 28
3.4.2. Fábrica de Gaviones 28
3.5. DRENAJES 28
3.5.1. Drenaje Longitudinal 29
3.5.2. Drenaje Transversal 29
3.5.3. Drenaje en Plataformas de seguidores 30
3.5.4. Control de erosión 30
3.6. CERRAMIENTO EXTERIOR 30
3.7. CANALIZACIONES ENTERRADAS PARA CABLES ELÉCTRICOS 31
3.8. ARQUETAS 32
3.9. EDIFICACIONES 32
3.9.1. Edificio Multiusos 32
3.9.1.1. Instalación eléctrica 32
3.9.1.2. Instalación de detección de incendios, extinción de incendios y señalización 37
3.9.1.3. Instalación de fontanería 38
3.9.1.4. Aparatos Sanitarios, grifería y accesorios. 42
3.9.1.5. Instalación de saneamiento y drenaje 43
3.9.1.6. Instalación de ventilación y climatización 45
3.9.2. Punto limpio 46
3.9.3. Centro de seccionamiento (Si aplicase) 46
3.9.4. Sellado de cables y tuberías en edificaciones 46
3.9.4.1. Sellado de cables y tuberías para entradas bajo suelo 46

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.9.4.2. Sellado de cables y tuberías para pasos en pared 47
3.10. MATERIALES SIDERÚRGICOS 49
3.10.1. Armaduras pasivas 49
3.10.1.1. Colocación 49
3.10.1.2. Protección contra la corrosión 50
3.10.1.3. Mallas electrosoldadas 50
3.10.2. Acero laminado 50
3.11. HORMIGONES 51
3.11.1. Materiales y Dosificación 51
3.11.2. Docilidad del hormigón 52
3.11.3. Fabricación 52
3.11.4. Transporte 53
3.11.5. Puesta en obra 53
3.11.6. Autorización 54
3.11.7. Vertido 54
3.11.8. Compactación 55
3.11.9. Curado y acabado de superficies 55
3.11.10. Hormigonado en tiempo frio 56
3.11.11. Hormigonado en tiempo caluroso 57
3.11.12. Hormigones tipo 58
3.11.13. Nivelación del fondo de excavación. 58
3.11.14. Durabilidad 58
3.12. MORTEROS (GROUT) 58
3.12.1. Colocación 60
3.12.2. Curado 60
3.12.3. Limpieza 60
3.12.4. Limitaciones 60
3.13. ENCOFRADOS Y CIMBRAS 60
3.13.1. Tipos de encofrados 60
3.13.2. Desencofrados y descimbrados. 61
3.13.3. Condicionante de durabilidad, nº de puestas. 61
3.13.4. Certificaciones. 61
3.13.5. Penalizaciones. 62

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.14. ENTIBACIÓN 62
3.15. ELEMENTOS PREFABRICADOS 62
3.16. SEÑALIZACION, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS 62
3.16.1. Marcas Viales 62
3.16.1.1. Tipos 63
3.16.1.2. Materiales 63
3.16.1.3. Maquinaria de puesta en obra 63
3.16.1.4. Ejecución 63
3.16.1.5. Control de calidad 64
3.16.2. Señales y Carteles Retrorreflectantes Verticales De Circulación 64
3.16.2.1. Tipos 64
3.16.2.2. Materiales 65
3.16.2.3. Ejecución 65
3.16.2.4. Control de calidad 65
3.16.2.5. Control de la unidad terminada 66
3.16.3. Barreras de seguridad y pretiles 66
3.16.3.1. Tipos 66
3.16.3.2. Materiales 66
3.16.4. Señalización de obra 67
3.16.4.1. Definición 67
4. CONTROL DE CALIDAD 68
4.1. PRUEBAS MÍNIMAS 68
4.2. TOLERANCIAS 68
4.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS 69
4.3.1. Rellenos en caminos y plataformas 69
4.3.1.1. Materiales 69
4.3.1.2. Ejecución 69
4.3.2. Relleno de zanjas 70
4.3.3. Relleno de cimentaciones 70
4.3.4. Subbase y bases en caminos y plataformas 70
4.3.4.1. Materiales (zahorras) 70
4.3.4.2. Ejecución 70
4.4. HORMIGONES 71

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.4.1. Componentes 71
4.4.1.1. Agua de amasado 71
4.4.1.2. Áridos 71
4.4.1.3. Cemento 71
4.4.1.4. Aditivos 72
4.4.1.5. Hormigón Preparado 72
4.4.1.6. Resistencia a compresión 72
4.4.1.7. Consistencia del hormigón 73
4.4.1.8. Control de la durabilidad del hormigón. 74
4.5. MORTEROS (GROUT) 74
4.6. ACERO PARA ARMADURAS 75
5. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA 77
5.1. GENERALIDADES 77
5.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO 77
5.2.1. Características eléctricas 77
5.2.2. Características mecánicas 78
5.2.3. Garantía de degradación 78
5.2.4. Requerimientos constructivos 78
5.2.5. Fabricación 79
5.2.6. Pruebas y Control de calidad en fábrica 79
5.2.7. Documentación 79
5.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE DE MÓDULOS 79
5.4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 81
5.4.1. Criterios de diseño 81
5.4.2. Inversores centrales e inversores string 81
5.4.2.1. Requerimientos técnicos 81
5.4.2.2. Componentes 82
5.4.2.3. Configuración 84
5.4.2.4. Monitorización 84
5.4.2.5. Sistema de protección 85
5.4.2.6. Envolvente 85
5.4.2.7. Requerimientos de red 86
5.4.3. Cajas de agrupación en AC (Inversores String) 89

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.4.4. Transformador elevador BT/MT 89
5.4.4.1. Características típicas de la red 90
5.4.4.2. Características de transformadores 90
5.4.4.3. Ruido 90
5.4.4.4. Nivel de interferencia de radio 90
5.4.4.5. Campos electromagnéticos 90
5.4.4.6. Devanados 91
5.4.4.7. Cambiador de tomas 91
5.4.4.8. Tanque de aceite 91
5.4.4.9. Sobrecarga térmica 92
5.4.4.10. Placa de características 92
5.4.5. Transformador de servicios auxiliares 93
5.4.6. Celdas de media tensión 36 kV 93
5.4.7. Lista de señales 94
5.4.7.1. Inversor 94
5.4.7.2. Celda entrada (centro de transformación) 95
5.4.7.3. Celda salida (centro de transformación) 96
5.4.7.4. Celda de protección del transformador 96
5.4.7.5. Servicios auxiliares 96
5.4.8. Pruebas e inspecciones 96
5.4.8.1. Test de fábrica 97
5.4.8.2. Pruebas individuales: Inversor 97
5.4.8.3. Pruebas individuales: transformador 98
5.4.8.4. Type test: Transformador 99
5.4.9. Discrepancias entre documentos 99
5.4.10. Experiencia del suministrador 99
5.5. CABLEADO 99
5.5.1. Cableado corriente continua 99
5.5.1.1. Conductor 100
5.5.1.2. Aislamiento 100
5.5.1.3. Cubierta 100
5.5.1.4. Instalación 101
5.5.2. Cableado corriente alterna en baja tensión 101

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.5.2.1. Instalación 101
5.5.3. Cableado corriente alterna en media tensión 102
5.5.3.1. Conductor 102
5.5.3.2. Capa semiconductora 102
5.5.3.3. Aislamiento 103
5.5.3.4. Pantalla 103
5.5.3.5. Cubierta 103
5.5.3.6. Instalación 103
5.5.4. Requisitos de calidad 103
5.5.4.1. Plan de calidad 104
5.5.4.2. Ensayos tipo 107
5.5.4.3. Ensayos sobre muestras o especiales 107
5.5.4.4. Bobina 107
5.5.5. Discrepancias entre documentos 108
5.5.6. Experiencia del suministrador 108
5.6. SCADA 108
5.6.1. Criterios de diseño 108
5.6.1.1. Sistema 108
5.6.1.2. Hardware 109
5.6.1.3. Disponibilidad 109
5.6.1.4. Confiabilidad 109
5.6.1.5. Escalabilidad 109
5.6.1.6. Modularidad 109
5.6.1.7. Simplicidad 109
5.6.1.8. Modelo de datos homogéneo y exhaustivo 110
5.6.1.9. Consolidación de datos 110
5.6.1.10. Tiempos de adquisición de datos variable 110
5.6.1.11. Basado en estándares 110
5.6.2. Alcance 110
5.6.2.1. General 110
5.6.2.2. Rack de SCADA 111
5.6.2.3. Cajas de parcheo en sala de control (ODF) 112
5.6.2.4. SCADA Estación de trabajo 112

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.6.2.5. Sistema de monitorización del cliente SCADA 112
5.6.2.6. Cuadros de control y monitorización 113
5.6.2.7. SCADA Software 115
5.6.3. Controlador de planta (PPC) 116
5.6.3.1. Integración de sistemas 117
5.6.4. Experiencia del suministrador 118
5.6.5. Test e inspección 119
5.6.5.1. Test de fábrica 119
5.6.5.2. Inspecciones 119
5.6.5.3. Test operacional de los equipos 120
5.6.5.4. Factory test reports 120
5.6.5.5. On-site test 120
5.6.6. Lista de señales 121
5.6.6.1. Inversor 121
5.6.6.2. Celda de entrada (Power station) 122
5.6.6.3. Celda de salida (Power station) 122
5.6.6.4. Celda protección del transformador 123
5.6.6.5. Servicios auxiliares 123
5.6.6.6. Estación meteorológica 123
5.6.6.7. Contadores 123
5.6.6.8. Cajas de string 124
5.6.6.9. Seguidores y CCTV 124
5.7. CENTRO DE SECCIONAMIENTO 124
5.8. CAJAS DE STRING 126
5.8.1. Componentes 126
5.8.2. Requisitos mecánicos 129
5.8.3. Requisitos eléctricos 130
5.8.4. Requisitos de monitorización 131
5.8.5. Requisitos constructivos 131
5.8.6. Documentación 132
5.8.7. Calidad 133
5.8.7.1. Requerimientos de calidad 134
5.8.8. Garantías y seguridad de uso 134

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.8.9. Certificados 134
5.8.10. Pruebas de aceptación en fábrica 135
5.9. ESTACIÓN METEOROLÓGICA 136
5.9.1. Condiciones de diseño y fabricación generales 137
5.9.2. Datalogger 138
5.9.3. Sensores necesarios 139
5.9.4. Parámetros a medir 141
5.9.5. Torre para instalación de la estación meteorológica 143
5.9.6. Interfases de comunicación y protocolos 143
5.9.7. Cableado de sensores 143
5.9.8. Alimentación de respaldo 143
5.9.9. Vida útil 144
5.9.10. Requerimientos de mantenimiento 144
5.10. TIERRAS 144
5.10.1. Especificaciones de los materiales 145
5.10.1.1. Cable de cobre desnudo 145
5.10.1.2. Cable de cobre aislado 145
5.10.1.3. Picas/varillas de puesta a tierra 145
5.10.1.4. Terminales de conexión 145
5.10.1.5. Soldaduras exotérmicas o aluminotérmicas 146
5.10.1.6. Grapas de tierras 146
5.10.1.7. Cajas de inspección 147
5.10.2. Pruebas y ensayos de fabricación 148
5.11. SISTEMA DE SEGURIDAD 149
5.11.1. Sistema de videovigilancia (CCTV) 149
5.11.1.1. Funcionalidades del sistema 150
5.11.1.2. Protocolo de funcionamiento 150
5.11.1.3. Red de cámaras perimetral 151
5.11.1.4. Entrada principal / subestación / centros de transformación 152
5.11.1.5. Software de control 152
5.11.2. Cuadros eléctricos y de control 153
5.11.2.1. Diseño 153
5.11.2.2. Envolvente 154

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.11.2.3. Entrada y salida de cables 154
5.11.3. Puesta en marcha 154
5.11.4. Pruebas 154
5.12. PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO 156
5.12.1. Medidas de protección 156
5.12.2. Protección externa contra el rayo 157
5.12.2.1. Instalación captadora 157
5.12.2.2. Instalación derivadora 158
5.12.2.3. Instalación de puesta a tierra 159
5.12.2.4. Distancia de separación 160
5.12.3. Sistema de protección interna 160
5.12.4. Instalación 163
5.13. CUADROS ELÉCTRICOS 164
5.13.1. Características de los materiales 166
5.13.2. Conexión de potencia 167
5.13.3. Cableado de baja intensidad y circuitos auxiliares 168
5.13.4. Aparellaje eléctrico 170
5.13.4.1. Interruptores magnetotérmicos 170
5.13.4.2. Interruptores diferenciales 171
5.13.4.3. Guardamotores 172
5.13.4.4. Fusibles 172
5.13.4.5. Seccionadores 172
5.13.4.6. Embarrados 172
5.13.4.7. Prensaestopas 173
5.13.5. Señalización 173
5.13.6. Indicaciones y etiquetado 173
5.13.7. Identificación del cableado 173
5.13.8. Pruebas de fábrica 173
5.14. CONECTORES Y TERMINACIONES 174
5.14.1. Requisitos técnicos y constructivos 175
5.14.1.1. Conectores, latiguillos y terminales para BT 175
5.14.1.2. Conectores y terminales para MT 179
5.14.2. Requisitos de calidad 183

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.14.2.1. Generalidades....183
5.14.2.2. Pruebas y ensayos en fábrica....184
5.15. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS....185
5.16. ARQUETAS....188
5.17. MONTAJE ELÉCTRICO....189
5.17.1. Sistema CC....189
5.17.1.1. Conexiones de módulos en serie....189
5.17.1.2. Instalación y conexión de cajas de string....189
5.17.1.3. Tendido de cables CC....190
5.17.1.4. Conexión en inversores....190
5.17.2. Instalación de centros de transformación....191
5.17.3. Red de MT....191
5.17.4. Red de comunicaciones y CCTV....192
5.17.5. Red de tierras....192
5.17.6. Servicios auxiliares....193
5.17.6.1. Suministro auxiliar de energía para la estación meteorológica....193
5.17.6.2. Suministro auxiliar de energía para otros cuadros....194
5.17.7. Arreglo general de cableado....194
5.17.8. Condiciones técnicas de los equipos y materiales....196
5.17.8.1. Condiciones generales....196
5.18. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS....196
5.18.1. Criterios generales....196
5.18.1.1. Esquema de formato de etiqueta....197
5.18.1.2. Marcado de los materiales....197
5.18.2. Codificación....197
5.18.2.1. Centro de transformación....197
5.18.2.2. Inversor....198
5.18.2.3. Cajas de string....198
5.18.2.4. Estructuras fotovoltaicas: Seguidor/Estructura fija....198
5.18.2.5. Cuadro de control motor de la estructura (si procede)....199
5.18.2.6. Motor tracker....200
5.18.2.7. Cuadro servicios auxiliares....200
5.18.2.8. Transformador de potencia....200

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.18.2.9. Transformador de servicios auxiliares 200
5.18.2.10. Celda MT 201
5.18.2.11. Power plant controller (PPC) 201
5.18.2.12. Cableado corriente continua 201
5.18.2.13. Cable CA BT (En caso de inversores string) 203
5.18.2.14. Cable de media tensión 203
5.18.2.15. Cable de servicios auxiliares 204
5.18.2.16. Conectores de cableado de strings 204
5.18.2.17. Cámara de seguridad térmica 205
5.18.2.18. Cámara de seguridad DOMO 205
5.18.2.19. Báculo de cámaras de seguridad 206
5.18.2.20. Cajas de empalme/cuadros CCTV 206
5.18.2.21. Puertas de acceso 207
5.18.2.22. Estación meteorológica 207
5.18.2.23. Piranómetro 207
5.18.2.24. Conversor MT a 4-20mA 208
5.18.2.25. Temperatura ambiente y humedad 208
5.18.2.26. Anemómetro 208
5.18.2.27. Célula de referencia 208
5.18.2.28. Sensor de temperatura 208
5.18.2.29. Cable de fibra óptica 209
5.18.2.30. Cable ethernet 209
5.18.2.31. Cable RS-485 209
5.18.2.32. Cuadro de comunicaciones 210
5.18.2.33. Gateway 210
5.18.2.34. Switch 210
5.18.2.35. Datalogger 210
5.18.2.36. Router 211
5.18.2.37. Network control unit 211
5.18.2.38. Remote sensor unit 211
6. ANEXO 1: 217
MODULES ACCEPTANCE PROCEDURE. MODULES FEATURES AND QUALITY 217

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. OBJETO

El presente pliego de condiciones y especificaciones técnicas determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las instalaciones del Proyecto del Módulo de Generación Fotovoltaico AZAFRAN II, en el Término Municipal de Azuara, en la provincia de Zaragoza, cuyas características se definen en la Memoria y Planos de éste.

En el presente documento, se señalarán los criterios generales que serán de aplicación, se describirán las obras comprendidas y se fijarán las características de los materiales a emplear.

Las condiciones técnicas y operaciones para realizar que se indica en cada apartado NO tienen carácter LIMITATIVO, teniendo que efectuar además de las indicadas, todas aquellas que fueran necesarias para la ejecución correcta de los trabajos.

2. CODIGOS Y NORMAS

A continuación, se indica la normativa de aplicación tano nacional, como internacional. Todas ellas se aplicarán en su última revisión siempre que la misma fuera diferente a la que apareciera en este documento.

Normativa Nacional

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación con sus posteriores modificaciones
- Código estructural. Real Decreto y Articulado. Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.
- R.D 163/2019, de 22 de marzo. “Instrucción técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central”
- PG 3-4/88 y sus revisiones (Ministerio de Fomento).
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Reglamento de Alta Tensión. Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC - RAT 01 A 23.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como las Ampliaciones y Modificaciones de sus Instrucciones Complementarias.
- Normalización Nacional (Normas UNE).
- Recomendaciones UNESA.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. B.O.E. núm. 303 de 3 de 17 de diciembre.
- REAL DECRETO 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Modificaciones efectuadas por: Real Decreto 780/1998, Real Decreto 688/2005 y Real Decreto 604/2006.
- REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (Real Decreto 614/2001 de 8 de junio).
- UNE-EN 13501-2 Clasificación de los productos de la construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- Reglamentación General de Contratación (Real Decreto 1098/2001).
- R.D. 1328/1995, de 28 de julio, por el que se modifica, en aplicación de la directiva 93/68/CEE, las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el R.D 1630/1992, de 29 de diciembre.
- Ley 31/1.995 de 8 de noviembre de 1.955, de Prevención de Riesgos Laborales. Derogada parcialmente por RD legislativo 5/2000, de 4 de agosto.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 212/2002, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, por el que se amplía el ámbito de aplicación R.D. 71/1992, de 31 de enero.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- CTE-DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- Ley 34/2007 de 15 de noviembre de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- R.D. 513/2017 de 22 de mayo por el que se regula el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- Reglamento de aparatos de Elevación y manutención de los mismos. (R.D. 2291/1985 de 8 de noviembre)
- Reglamento de Equipos a Presión y sus instrucciones técnicas complementarias (R.D. 809/2021 del 21 de septiembre).
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. de 16 de diciembre de 1987).
- Normas Técnicas Reglamentarias para la Homologación de Medios de Protección Personal (R.D. 542/2020 de 26 de mayo por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial).
- Convenios Colectivos Autonómicos y/o municipales.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como las Ampliaciones y Modificaciones de sus Instrucciones Complementarias.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 Código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red y su transposición a la NTS v1.0 del 18 de julio de 2019 por Red Eléctrica de España.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red establecidas por el IDAE en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PCT-C.-Julio 2011).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- 2014/35/UE.: Directiva de Material Eléctrico (B.T.).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631.
- PO 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión.
- PO 12.1 Acceso Red de Transporte.
- PO 12.2 Instalaciones de generación y de demanda: Requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad.
- CTE SUA- 08:2010: Código Técnico de la Edificación (Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo).
- Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones.
- Real Decreto 346/201 RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.
- UL 6703: normativa para conectores fotovoltaicos.
- ITU-T G 652: Características de las fibras y cables ópticos monomodo
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden IET/2735/2015, de 17 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2016 y se aprueban determinadas instalaciones tipo y parámetros retributivos de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden ETU/130/2017, de 17 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al semiperiodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2017.
- UNE-EN 211027:2013: Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE-EN 211028:2013: Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE-EN 21030-1: Conductores aislados, cableados en haz de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución, acometidas y usos análogos.
- UNE 21.186:2011: Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado.
- UNE-EN 50081: Compatibilidad electromagnética.
- UNE-EN 50102: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- UNE-EN 50130: Sistemas de alarma.
- UNE-EN 50173-1:2005: Tecnología de información. Sistemas de cableado genéricos.
- UNE-EN 50173-5: 2007: Tecnología de información. Sistemas de cableado genéricos. Parte 5. Data centers.
- UNE-EN 50174-1:2001: Tecnología de la información. Instalación del cableado.
- Especificación y aseguramiento de la calidad.
- UNE-EN 50174-2:2001: Tecnología de la información. Instalación del cableado.
- Métodos de planificación de la instalación en el interior de los edificios.
- UNE-EN 50174-3:2005: Tecnología de la información. Instalación del cableado.
- Métodos de planificación de la instalación en el exterior de los edificios.
- UNE-EN 50178: Equipo electrónico para uso en instalaciones de potencia.
- UNE-EN 50180: Pasatapas para transformadores sumergidos en líquido para tensiones comprendidas entre 1 kV y 52 kV y de 250 A a 3,15 kA UNE-EN 50181: Pasatapas enchufables para equipos distintos a transformadores rellenos de líquido para tensiones superiores a 1 kV y hasta 52 kV y de 250 A a 2,5 Ka.
- UNE-EN 50262: Prensaestopas para las instalaciones eléctricas.
- UNE-EN 50310:2007: Aplicación de las redes equipotenciales y de las puestas a tierra en los edificios con equipos de tecnologías de la información.
- UNE-EN 50346:2004: Tecnología de la información. Instalación de cableado. Ensayo de cableados instalados.
- UNE-EN 50380: Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 50561: Equipos de comunicación sobre la red eléctrica utilizados en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50521:2010 y UNE-EN 50521:2010/A1: Conectores para sistemas fotovoltaicos. Ensayos y requisitos de seguridad. Actualización para sistemas de 1500V.
- UNE-EN 50524:2010: Información de las fichas técnicas y de las placas de características de los inversores fotovoltaicos.
- UNE-EN 50618: Norma para cables fotovoltaicos diseñados para trabajar a una temperatura máxima normal del conductor de 90ºC, pero durante 20000h como máximo.
- UNE-EN 53567: Elastómeros. Perfiles preformados, no celulares, para juntas de estanquidad de ventanas, paneles y aplicaciones similares, empleadas en la construcción. Especificaciones de los materiales.
- UNE-EN 55022: Equipos de tecnología de la información. Características de las perturbaciones radioeléctricas. Límites y métodos de medida.
- UNE-EN 60060-1:2012: Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo
- UNE-EN 60099-5: Pararrayos. Recomendaciones para la selección y utilización
- UNE-EN 60216: Materiales aislantes eléctricos. Propiedades de resistencia térmica.
- UNE-EN 60228: Conductores de cables aislados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- UNE-EN 60269-6: Fusibles y porta-fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica.
- UNE-HD 60364 series: Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- UNE-HD 60364-7-712:2017: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE-EN 60439: Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN 60502-1: Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas de 1 kV (Um = 1,2 kV) a 30 kV (Um = 36 kV) - Parte 1: Cables de tensión asignada de 1 kV (Um = 1,2 kV) y 3 kV (Um = 3,6 kV).
- UNE-EN 60529:2018: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 60695-1-1: Ensayos relativos a los daños del fuego.
- UNE-EN 60865-1:2013: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- UNE-EN 60891:2010: Dispositivos fotovoltaicos. Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos.
- UNE-EN 60904-5:2012: Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la célula (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto.
- UNE-EN 60904-1:2007: Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos. (IEC 60904-1:2006).
- UNE-EN 60904-3:2016: Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
- UNE-EN 60947: Aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN 60947-1: Aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE-EN 60947-3: Aparamenta de baja tensión. Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- UNE-EN 61000: Compatibilidad electromagnética.
- UNE-EN 61000-6-4: Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 6-4: Normas genéricas. Norma de emisión en entornos industriales.
- UNE-EN 61010-1:2011: Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61215-1-1:2016: Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-1: Requisitos especiales de ensayo para los módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino.
- UNE-EN 61378-1:2012: Transformadores de convertidor. Parte 1: Transformadores para aplicaciones industriales.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- UNE-EN 61386-1:2008: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61386-24:2011: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra.
- UNE-EN 61439 series: Conjuntos de aparamenta de baja tensión
- UNE-EN 61439-1: Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE-EN 61439-2: Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 2: Conjuntos de aparamenta de potencia.
- UNE-EN 61643-11: Tipos de protecciones de sobretensión en Sobretensiones transitorias.
- UNE-EN 61724-1:2017: Rendimiento del sistema fotovoltaico. Parte 1: Monitorización.
- UNE-EN 61730-1:2007: Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción.
- UNE-EN 61730-2:2007: Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos.
- UNE-EN 61869-2:2013: Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
- UNE-EN 61869-3:2012: Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN 61936 series: Instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna.
- UNE-EN 62053 series: Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.).
- UNE-EN 62055 series: Medida de la energía eléctrica. Sistemas de pago.
- UNE-EN 62109-1:2011: Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 62109-2:2013: Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos particulares para inversores.
- UNE-EN 62116:2014 V2: Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- UNE-EN 62208:2004: Envolventes vacías destinadas a los conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN 62262:2002: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 62271-102:2005: Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-100:2011: Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-200:2012: Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- UNE-EN 62271-201:2015: Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-202:2015: Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE-EN 62305: Protección contra el rayo.
- UNE-EN 62446-1:2017: Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- UNE-EN 199071: Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera.
- Recomendaciones UNESA.
- Propuesta Unesa (Aelec) de Implementación de los Requisitos de Aplicación General del Reglamento (UE) 2016/631.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. B.O.E. núm. 303 de 3 de 17 de diciembre.
- REAL DECRETO 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Modificaciones efectuadas por: Real Decreto 780/1998, Real Decreto 688/2005 y Real Decreto 604/2006.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (Real Decreto 614/2001 de 8 de junio).
- UNE-EN 13501-2 Clasificación de los productos de la construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- Reglamentación General de Contratación (Real Decreto 1098/2001).
- R.D. 1328/1995, de 28 de julio, por el que se modifica, en aplicación de la directiva 93/68/CEE, las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el R.D 1630/1992, de 29 de diciembre.
- Ley 31/1.995 de 8 de noviembre de 1.955, de Prevención de Riesgos Laborales. Derogada parcialmente por RD legislativo 5/2000, de 4 de agosto.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- CTE-DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- Ley 34/2007 de 15 de noviembre de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- R.D. 513/2017 de 22 de mayo por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- ITC RAT: norma para sistemas de alta tensión.
- ITC BT: norma para sistemas de baja tensión.
- 2014/30/UE: Directiva sobre la compatibilidad electromagnética.

Normativa Internacional IEC

- IEC 11801: General requirements for fiber optic cables.
- IEC 50181: Plug-in type bushings above 1 kV up to 52 kV and from 250 A to 2,50 kA for equipment other than liquid filled transformers.
- IEC 60060 SET: High-Voltage Test Techniques Series.
- IEC 60068: Environmental testing - Part 2-53: Tests and guidance - Combined climatic (temperature/humidity) and dynamic (vibration/shock) tests.
- IEC 60099-5: Surge Arresters-Part 5: Selection and application recommendations.
- IEC 60099-6: Surge Arresters-Part 6: Surge arresters containing both series and parallel gapped structures - Rated 52 kV and less).
- IEC 60216: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Electrical insulating materials - Properties of thermal endurance.
- IEC 60216-1: Electrical insulating materials - Properties of thermal endurance - Part 1: Ageing procedures and evaluating of test re-sults.
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.
- IEC 60230: Impulse Tests on Cables and Their Accessories.
- IEC 60229: Electric cables - Tests on extruded oversheaths with a special protective function.
- IEC 60269: Low-voltage power fuses.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- IEC 60304: Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires.
- IEC 60332: Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions.
- IEC 60332-3-24:2000: Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category C.
- IEC 60364 series: Low-voltage electrical installations.
- IEC 60364-4-41: Amendment 1 - Low voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock.
- IEC 60364-7-712: Low voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- IEC 60502 series: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1.2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV).
- IEC 60502-1: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um = 1,2 kV) and 3 kV (Um = 3,6 kV).
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV).
- IEC 60502-4: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) – Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV).
- IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP code).
- IEC 60721-2-4 : Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperatura.
- IEC 60793: Measurement methods and test procedures - General and guidance.
- IEC 60794-1: Optical fibre cables – Part 1-: Generic specification
- IEC 60794-2: Optical fibre cables - Part 2: Indoor cables - Sectional specification
- IEC 60794-3: Optical fibre cables - Part 3: Outdoor cables
- IEC 60811: Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials.
- IEC 60853-1: Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 1: Cyclic rating factor for cables up to and including 18/30 (36) kV.
- IEC 60865: Short-circuit currents - Calculation of effects
- IEC 60870: Telecontrol equipment and systems. - Remote control of photovoltaic plants.
- IEC 60874: Connectors for optical fibres and cables.
- IEC 60891: Photovoltaic devices. Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of photovoltaic devices.
- IEC 60904-1: Photovoltaic Device, Part 1: Measurement of Photovoltaic Current-Voltage Characteristics.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- IEC 60904-3: Photovoltaic devices. Part 3: Measurement principles for terrestrial Photovoltaic (PV) solar devices with reference spectrum irradiance data.
- IEC 60904-5: Photovoltaic devices - Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method.
- IEC 60904-7: Photovoltaic devices – Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices.
- IEC TR 60943: Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals.
- IEC 60947-1: Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules.
- IEC 60947-3: Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units.
- IEC 61000-6-3: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for equipment in residential environments.
- IEC 61000-6-2: Electromagnetic compatibility. Generic standard- immunity for industrial environments.
- IEC 61000-6-4 / A1: Electromagnetic compatibility. Generic standard-emission standard for industrial environments.
- IEC 61000-3-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-4: Limits - Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems with rated current greater than 16 A.
- IEC 61202: Fibre optic interconnecting devices and passive components - Fibre optic isolators.
- IEC 61215: Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval.
- IEC 61215-1-1: Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval - Part 1-1: Special requirements for testing of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules.
- IEC 61378: Converter Transformers.
- IEC 61378-1: Converter transformers - Part 1: Transformers for industrial applications.
- IEC 61386: Conduit Systems for Cable Management.
- IEC 61439 series: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
- IEC 61439-1: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules.
- IEC 61439-2: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies.
- IEC 61442: Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV).
- IEC 61683: Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency.
- IEC 61701: Photovoltaic (PV) modules - Salt mist corrosion testing.
- IEC 61724-1:2017: Photovoltaic system performance – Part 1: Monitoring.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- IEC 61730: Photovoltaic (PV) module safety qualification.
- IEC 61730-1: Photovoltaic (PV) module safety qualification -Part 1: Requirements for construction.
- IEC 61730-2: Photovoltaic (PV) module safety qualification -Part 2: Requirements for testing.
- IEC 61829: Photovoltaic (PV) array – On-site measurement of current-voltage characteristics.
- IEC TS 61836: Solar photovoltaic energy systems - Terms, definitions and symbols.
- IEC 61850: Communication networks and systems for power utility automation.
- IEC 61869-2: Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers.
- IEC 61869-3: Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers.
- IEC 61936 series: Power installations exceeding 1 kV a.c.
- IEC 62053 series: Electricity metering equipment (a.c.).
- IEC 62055 series: Electricity metering – Payment systems.
- IEC 62093: Balance-of-system components for photovoltaic systems - Design qualification natural environments.
- IEC 62109-1: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements.
- IEC 62109-2: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 2: Particular requirements for inverters.
- IEC 62109-3: Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 3: Controllers.
- IEC 62116: Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures.
- IEC 62145 Ed.1: Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules - Blank detail specification.
- IEC 62243: Artificial Intelligence Exchange and Service Tie to All Test Environments (AI-ESTATE).
- IEC 62262: Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK Code).
- IEC 62271: High-voltage switchgear and control gear.
- IEC 62271-100: High-voltage switchgear and control gear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers.
- IEC 62271-102: High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches.
- IEC 62271-200: High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages bove 1 kV and up to and including 52 kV.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- ICE 62271-202: High-voltage switchgear and controlgear - Part 202: High voltage/low voltage prefabricated substation.
- IEC 62305: Protection against lightning – Part 1: General principles.
- IEC 62305: Protection against lightning – Part 2: Risk management.
- IEC 62305: Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard.
- IEC 62305: Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures.
- IEC 62446-1: Photovoltaic (PV) systems - Requirements for testing, documentation and maintenance - Part 1: Grid connected systems - Documentation, commissioning tests and inspection.
- IEC 62548: Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements
- IEC 62852: Connectors for DC-application in photovoltaic systems - Safety requirements and tests.

Normativa Internacional IEE

- IEEE 386: Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Rated 2.5 kV through 35 kV.
- IEEE 404: Extruded and Laminated Dielectric Shielded Cable Joints Rated 2.5 kV to 500 kV.
- IEEE 48: Test Procedures and Requirements for Alternating-Current Cable Terminations Used on Shielded Cables Having Laminated Insulation Rated 2.5 kV through 765 kV or Extruded Insulation Rated 2.5 kV through 500 kV.
- IEEE 592: Insulation Shields on Medium-Voltage (15 kV - 35 kV) Cable Joints and Separable Connectors.
- IEEE 80: Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- IEEE 605: Guide for bus design in air insulated Substations.
- IEEE C57.18.10: Practices and Requirements for Semiconductor Power Rectifier Transformers.
- IEEE Std 80-2000: Guide for Safety in AC Substation Grounding.

En caso de que existan contradicciones entre los distintos condicionados, se aplicará aquel que tenga carácter más restrictivo.

El CONTRATISTA deberá indicar en su oferta todas las normas por él utilizadas y que no estén indicadas en estas Especificaciones Técnicas adjuntando copia de las mismas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OBRA CIVIL

3.1. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

3.1.1. Alcance de los trabajos

El alcance de los trabajos topográficos constará de:

- Levantamiento topográfico clásico del terreno, dentro de los límites de intervención definidos contemplando los siguientes requisitos:
  - Levantamiento topográfico 3D incluyendo el despliegue del terreno, curvas de nivel a intervalos de 1m para las maestras y 0.5m las secundarias
  - Delimitación clara del perímetro, con el levantamiento cubriendo una distancia de 20m, siempre que sea posible alrededor de todo el perímetro.
  - Se deberán realizar 2 etapas de levantamiento topográfico. La primera fase del levantamiento topográfico con las parcelas de la planta fotovoltaica y la segunda fase a realizarse cuando las empresas de ingeniería, medio ambiente, urbanismo, arqueología, etc. Hayan definido el trazado de la línea de evacuación para proceder al levantamiento de dicha línea.

El levantamiento topográfico de los puntos notables, debe incluir también, sin restricciones, la siguiente información.

Vegetación:

- Representación, en un plano, las áreas de vegetación existentes (arbustos, árboles etc.) y el límite de ocupación respectivo.
- Se deben indicar las alturas de todos los árboles para el posterior análisis de sombras.

Agua:

- Representación en un plano y estudio de la base de elevación superior de todos los cuerpos de agua y elementos de drenaje que existen como pozos, estanques, cauces, tuberías, canales etc.

Comunicaciones:

- Representación, en un plano, de la (s) carretera (s) municipal (es) con sus respectivos bordes para permitir el acceso al parque con la indicación / designación oficial, marcado de los respectivos elementos de drenaje de la carretera (canaletas, zanjas, etc.) con las elevaciones respectivas, y también el marcado de otros caminos que se encuentran en las inmediaciones del parque.
- Perfil transversal del tipo de vías municipales / nacionales que permiten una descripción clara.

Líneas eléctricas:

- Representación en un plano de todas las líneas eléctricas que se encuentren dentro de los límites de la planta FV.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se debe representar la ubicación y altura de los apoyos, así como la altura de los cables. (para ello, se tomará la temperatura ambiente en el momento de la medición.)

Otros elementos:

- Representación de la posición y elevación de todos los elementos existentes que puedan tener repercusión en la ejecución del proyecto, tales como, edificios, muros, cercas, farolas o cualquier otro tipo de poste de otros puntos aislados que sean importantes para la ejecución del proyecto y las obras.
- Representación de líneas de rotura existentes en campo, tales como cabeza/Pie de taludes etc..
- Representación, en un plano, de posibles tuberías de transporte de líquidos o gases que puedan existir, como posibles gasoductos, tuberías de petróleo o tuberías de otros tipos de fluidos, con una indicación de su altura y diámetro si no se encuentran estas tuberías. subterráneo.

Levantamiento de la Línea de evacuación:

En la segunda fase de los trabajos se realizará un levantamiento topográfico completo del trazado de la Línea de Alta Tensión en una franja de 25 m a cada lado del eje. El tamaño de malla máximo será de 20x20 m, o menor donde se detecten desniveles u obstáculos que así lo requieran, atendiéndose los siguientes puntos:

- Deben recogerse todos los elementos y accidentes pertinentes dentro de dicha franja, especialmente aquellos recogidos en el capítulo 5 de la ITC-LAT-07 del RLAT, definidos tanto en planta como sus distancias verticales o alturas al terreno. En particular, deben definirse detalladamente las rasantes de caminos y carreteras.
- Ubicación de las torres de la línea proyectada.
- Obstáculos en capas diferenciadas por cada tipo de punto (arbolado, caminos, líneas, carreteras... en cotas xyz).
- Arboleda a lo largo de la traza, considerando los 50 metros de ancho de la franja.
- En cuanto al arbolado, no sólo indicar en el plano la existencia de arbolado y su altura, sino incluir además puntos en el plano y en el txt con sus coordenadas xyz teniendo en cuenta la altura del punto más alto de los árboles, encinas, etc.
- Detalle del perfil de las líneas en cruzamiento con los conductores medidos. Cada línea de alta o media tensión ha de estar en capas distintas del plano y tener un código distinto en el txt.
- Se hará el estaquillado de la línea, incluyéndolo en el reporte fotográfico.

En el caso de que se encuentren cruzamientos en la traza de la línea área propuesta con otros existentes, el levantamiento topográfico incluirá:

- Esquema, en un plano, de las líneas, identificando todas las líneas eléctricas y postes de servicios públicos.
- Sección longitudinal con identificación de la altimetría de los puntos altos y bajos de la línea, incluyendo las siguientes coordenadas (X, Y, Z) de los cruces:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Centro de los apoyos adyacentes al cruce.
- Puntos de engrape del conductor. (Correspondientes a cada una de las fases)
- Al menos 4 puntos a lo largo de las catenarias de los conductores. (Se deben levantar las catenarias de todas las fases)
- Puntos de engrape del cable de tierra. (Si existe)
- Al menos 4 puntos a lo largo de las catenarias del cable de tierra. (Si existe)

- Se debe reflejar en el informe de levantamiento la temperatura a la que se realizan estas mediciones, viento y hora de cada medida.

El entregable consistirá en un archivo txt con las coordenadas xyz separadas por espacios e indicando la capa del terreno a la que pertenecen y, además, un plano en formato dwg en el que se represente el terreno mediante puntos xyz.

3.1.2. Instrumentos

El instrumental de topografía que se precisa para este tipo de trabajos es un GPS topográfico de precisión centimétrica y que trabaje con tiempo real RTK (Real Time Kinematic).

Con anterioridad al inicio de los trabajos, el CONTRATISTA deberá obtener la aprobación del CONTRATANTE del instrumental a emplear en la realización de los trabajos para lo que deberá aportar:

1. Ficha técnica del instrumental que empleará para realizar los trabajos.
2. Certificados de calibración en vigor (en el caso de estaciones totales) o fecha de la última revisión (en el caso de GPS).

Los patrones utilizados en las calibraciones de los equipos topográficos deberán estar trazables a patrones nacionales o internacionales.

3.1.3. Red geodésica

Para la realización de la red primaria de bases de obra que servirán para la ejecución de la obra durante todo el periodo que dure ésta, se debe de realizar una campaña de estudio para la identificación de los vértices geodésicos que se encuentren en el área de afección del parque eólico.

Los vértices geodésicos necesarios para garantizar las precisiones del GPS de las medidas en RTK, varían con las dimensiones de cada parque o instalación, aunque en ningún caso se identificarán menos de 3 vértices.

Se deberán seleccionar los lugares más adecuados para la ubicación de las bases de topografía atendiendo a criterios de visibilidad, garantizando la durabilidad de estas.

En cualquier caso, las bases principales deben estar en el interior del polígono definido por los vértices geodésicos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La materialización física de las bases se dejará a criterio del topógrafo, aunque se deberá garantizar su mantenimiento y su visibilidad.

Las bases se situarán en los lugares más elevados del parque o instalaciones, para garantizar el radio enlace del equipo de GPS en la mayor zona posible.

Las bases a las que se ha hecho referencia constituirán la red principal de bases de obra.

La red principal de bases de obra se completará con una red secundaria que se densificará todo lo que sea necesario para garantizar la cobertura de todas las necesidades topográficas del parque mientras dure la obra.

Antes de iniciar las obras el CONTRATISTA comprobará sobre el terreno, en presencia del CONTRATANTE o en quien delegue, el plano general de replanteo con las coordenadas de los vértices de la red principal de bases de obra, levantándose a continuación un acta firmada por los representantes de ambas partes.

El CONTRATISTA será responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones. Si en el transcurso de las obras son destruidos algunos, deberá colocar otros bajo su responsabilidad y a su costa, comunicándolo por escrito al CONTRATANTE quien ordenará la comprobación de las coordenadas de los nuevos vértices o señales.

3.1.4. Sistema de coordenadas

El sistema de coordenadas será siempre el UTM (Universal Transversal Mercator) y Elipsoide ETRS89 dentro del huso horario correspondiente a la ubicación de la planta FV.

3.1.5. Replanteo

Todos los replanteos del parque se deben realizar siempre desde la red principal de bases topográficas de obra con objeto de minimizar errores.

Los elementos a replantear en el parque serán los siguientes:

Los replanteos se materializarán con estacas de madera, que deberán ir pintadas con distintos colores y balizadas con cinta, con el fin de permitir su localización y garantizar una rápida identificación del elemento que representan.

Las estacas de definición de los viales deben tener indicado el punto kilométrico (PK) que están definiendo de una manera clara, con objeto de facilitar su identificación.

Periódicamente los servicios técnicos del CONTRATANTE realizarán comprobaciones de los replanteos hechos por el CONTRATISTA, pero estas comprobaciones cualesquiera que fuere su resultado no disminuirán en nada la responsabilidad del CONTRATISTA de cualquier perjuicio producido por error en los replanteos realizados por su personal técnico.

El CONTRATISTA queda obligado, cuando sea indispensable, a suspender los trabajos para realizar dichas comprobaciones sin que por esta causa tenga derecho a indemnización especial.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.1.6. Pendientes, radios de acuerdo y sobreanchos

Las pendientes y radios de acuerdos tanto verticales como horizontales en viales se ajustarán a lo contenido en los planos del proyecto y en las condiciones particulares de contratación de la obra civil. En caso de contradicción entre ambos documentos o ausencia de alguno de ellos, será la Dirección Facultativa quien determine los valores mínimos a ejecutar.

3.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Conjunto de trabajos realizados en un terreno para dejarlo totalmente despejado y nivelado, como fase inicial y preparativa del elemento a construir, bien sea la instalación de estructuras fotovoltaicas, ejecución de caminos o instalación de edificio multiusos y centros de transformación.

En lo que se refiere a la instalación de los seguidores fotovoltaicos, los movimientos de tierra serán siempre los mínimos necesarios para garantizar la correcta instalación de los mismos dentro de las tolerancias marcadas por el fabricante.

Estos movimientos de tierra se diseñarán de tal manera que eviten embalsamientos de agua y favorezcan la evacuación de las aguas de escorrentía, respetando, lo máximo posible, las pendientes y cauces naturales del terreno.

También se tendrá especial atención en que los movimientos de tierra no generen desniveles importantes entre seguidores que puedan producir sombras entre ellos.

3.2.1. Desbroce y limpieza del terreno y excavación de tierra vegetal.

Se aplicará el Art. 300 del PG-3.

Este apartado incluye la extracción y retirada en las zonas designadas, de todos los árboles, tocones, maleza, plantas, escombros, basura, y cualquier otro material indeseable a juicio del CONTRATANTE.

El talado de los árboles necesarios para la ejecución de los trabajos se llevará a cabo mediante motosierra. La madera cortada se acopiará debidamente y se gestionará según indicaciones del CONTRATANTE.

Este apartado también incluye la retirada de la tierra vegetal (los 20-30 primeros centímetros del suelo) en cordones de un máximo de 2m de altura. Los acopios deberán realizarse en zonas agrícolas, previamente acordadas con los particulares, para evitar afecciones innecesarias en zonas de vegetación natural.

Se deberá evitar la mezcla de esta tierra vegetal con los restos del desbroce y el resto de áridos procedentes de la excavación. Esta tierra vegetal será utilizada en las labores de restauración como zonas de instalaciones auxiliares, los taludes en terraplén de los viales, así como las superficies que se indiquen desde el CONTRATANTE.

En el caso de que, una vez ejecutadas las labores de restauración, hubiera exceso de tierra vegetal, este será trasladado a vertedero autorizado, incluso canon de vertido.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La unidad de limpieza y desbroce se medirá, tanto en metros cuadrados (m²) como en metros cúbicos (m³) de tierra vegetal y se medirá en planta.

3.2.2. Demoliciones

Se aplicará el art. 301 del PG-3.

Consiste en el derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como aceras, firmes, edificios, fábricas de hormigón u otros, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra.

Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones coincidentes con la implantación del proyecto y por tanto autorizadas. Como norma general queda prohibido el derribo de otras construcciones salvo autorización expresa del CONTRATANTE.
- Retirada de los materiales.

Si en el Proyecto no se hace referencia a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendida en las de excavación y, por tanto, no habrá lugar a su medición ni abono por separado.

Se considera incluido en el precio, en todos los casos, la retirada de los productos resultantes de la demolición y su transporte a lugar de empleo, acopio o vertedero autorizado y canon y si aplica, según ordene el director de las Obras y el CONTRATANTE.

3.2.3. Escarificación y compactación

Se aplicarán los arts. 302 ó 303 según sea sobre terreno natural o sobre firme del PG-3. La compactación será de acuerdo con el art. 330 del PG-3.

Consiste, en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.

La escarificación, y su correspondiente compactación, se considerarán incluidas en la ejecución de la capa inmediata superior de la obra, salvo especificación en contra del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En este último caso la unidad de medición serán metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre el terreno.

3.2.4. Excavaciones

3.2.4.1. Excavación de la explanada y transporte

Se aplicará el art. 320 del PG-3.

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde han de asentarse los seguidores, caminos, tanto internos como de acceso, y centros de transformación. incluyendo explanada, taludes y cuneta, así como el consiguiente transporte de productos removidos a vertedero autorizado, incluido el canon de vertido sin o lugar de empleo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y se transportarán a las zonas previstas si de los resultados de los ensayos obtenidos según el art. 330 del PG-3 su clasificación es apta para tal fin. Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, incluido el canon de vertido sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el CONTRATANTE.

En función de los resultados de los ensayos obtenidos según el art. 330 del PG-3 para los materiales que forman la explanada, se dimensionarán los espesores de las capas de base y subbase de los caminos de acceso, formados principalmente por zahorras artificiales.

En todos los casos el CONTRATISTA es responsable de la gestión del material de los excesos de excavación.

En todos los casos anteriores, si el CONTRATANTE lo estima procedente, los excesos de excavación se rellenarán con hormigón en masa.

La partida de excavación de la explanada y transporte está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de excavación de la explanada y transporte.

La unidad de medición serán metros cúbicos (m³).

Todas las excavaciones se medirán una vez realizada y antes de que sobre ellas se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el CONTRATISTA cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el CONTRATANTE.

El volumen de obra se ajustará estrictamente a los planos, perfiles y órdenes de trabajo (orden transmitida por escrito, documentalmente justificada y aprobada por el CONTRATANTE).

3.2.4.2. Excavación en zanjas y cimentaciones

Se aplicará el art. 321 del PG-3.

Las dimensiones de la excavación se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto, no pudiendo ser en ningún caso inferiores a estas.

La partida de excavación en zanjas y cimentaciones está incluida en la definición de las unidades de zanjas y cimentaciones, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de excavación de zanjas y cimentaciones.

Cuando no se especifique otra unidad de medida, la excavación de zanjas se medirá por metro lineal (ml) y la excavación de cimentaciones se medirá por metros cúbicos (m³), realizándose la medición a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada. Este precio incluye, salvo especificación en contra, las entibaciones, agotamientos, transportes de productos a vertedero, posibles cánones, y conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En todos los casos el CONTRATISTA es responsable de la gestión del material de los excesos de excavación.

En todos los casos anteriores, si el CONTRATANTE lo estima procedente, los excesos de excavación se rellenarán con hormigón en masa.

En terrenos rocosos, la excavación, se realizará con medios mecánicos. Cuando por razones especiales el CONTRATISTA considere oportuno el empleo de explosivos, deberá solicitar la autorización del CONTRATANTE. En caso de que fuera autorizado el empleo de explosivos, su utilización se regirá por el art. 322 del PG-3 y demás disposiciones vigentes que regulan esta materia, así como el apartado **3.2.6 Voladuras** del presente documento.

Se procederá al entibado de los terrenos cuando se consideren flojos e incompetentes, y en los casos en que, por las características de la excavación, profundidad, etc. sea necesario.

Los materiales que se obtengan en la excavación de zanjas y cimentaciones se utilizarán en la formación de rellenos y se transportarán a las zonas previstas si de los resultados de los ensayos obtenidos según el art. 330 del PG-3 resulta que dicho material es adecuado o seleccionado. Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, incluido cánones si los hubiera, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el CONTRATANTE.

Cuando se realicen excavaciones para realizar cimentaciones armadas, los ejes deberán quedar centrados con respecto a las armaduras o estructura.

3.2.5. Rellenos

3.2.5.1. Rellenos en zonas de nivelación y caminos

Se aplicará el art. 330 del PG-3.

Los materiales a emplear en los rellenos tipo terraplén procederán de las excavaciones siempre que cumplan con los requisitos exigidos en el art. 330 del PG-3. En caso contrario dichos materiales procederán de préstamo autorizado, según definición de las unidades de obra.

A efectos de determinar la procedencia del material, se considerará material de excavación cualquier material que no sea procedente de cantera autorizada y material de préstamo cualquier material procedente de cantera autorizada.

Cuando se utilicen materiales poco permeables en los que su contenido en agua influya notablemente sobre las densidades obtenidas, se controlará la humedad antes de su compactación. Si dicha humedad fuera inferior en más de un 5% a la que corresponde a su máxima densidad, se procederá a su regado. Por el contrario, si la humedad superase en más de un 5% a la que corresponde a su máxima densidad, se procederá a orear o secar las tierras hasta que su contenido en agua sea admisible.

El extendido del material se realizará por tongadas de espesor uniforme según lo indicado en el art. 330 del PG-3. En concreto, el espesor de estas tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

espesor, en general y salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras o Ingeniería de la Propiedad, será de treinta centímetros (30 cm). En todo caso, el espesor de tongada ha de ser superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material a utilizar.

Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados a las características del terreno y material, hasta conseguir una densidad en el núcleo y coronación igual o superior al 95% de la máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado (en ausencia de otro valor superior en el proyecto o Especificación Técnica Particular).

No se extenderá ninguna tongada de material, hasta no haber comprobado que la capa subyacente cumple las condiciones exigidas, así como que no se ha reblandecido por exceso de humedad o se encuentra afectada por heladas, paso de vehículos, etc.

Para aquellos terraplenes asentados sobre laderas con pendiente superior al 25%, se escalonará el terreno, no sobrepasando los 0,50 m la altura de cada escalón.

La superficie del terraplén dispondrá de pendiente suficiente que facilite la salida de aguas.

Los taludes se terminarán de forma que se evite la erosión por corrientes de agua de lluvia, pudiendo exigirse que dichos taludes sean corregidos en el caso de no cumplirse con las pendientes previstas o cualquier otro defecto detectado.

La partida de terraplén está incluida en la definición de las unidades de movimiento de tierras y caminos, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución de terraplén.

La unidad de medida serán metros cúbicos (m^3).

3.2.5.2. Rellenos de zanjas

La arena utilizada como cama de asiento de tubos y recubrimiento de los cables de baja y media tensión y cable de cobre será arena lavada de río o similar, sin que presente una cantidad de finos excesiva que provoque el lavado de esta por el efecto de agua de lluvia.

La arena utilizada en el relleno de zanja deberá cumplir el art. 30 del Código Estructural en lo relativo al árido fino. Los ensayos con las características físicas y químicas de la arena deben ser presentado y aprobado por la Dirección de Obra y la Ingeniería de la Propiedad, con antelación suficiente antes del inicio de los trabajos.

El material de relleno no contendrá granulometrías con tamaños ni aristas susceptibles de dañar el cable. Si es necesario se cribará previamente a su utilización para garantizar una granulometría correcta.

El material de relleno se compactará por medios mecánicos hasta alcanzar una densidad igual o superior al 95% de la máxima alcanzada en el ensayo Proctor Modificado.

Todos los elementos que forman parte en la ejecución de las zanjas (canalización para cables, protección mecánica, cinta de señalización, etc.) serán de marca reconocida con su correspondiente certificado de calidad, debiendo cumplir con la normativa vigente que fuera

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

aplicable. No se permitirá el empleo de cualquiera de dichos elementos sin su aceptación previa por parte de la Dirección Facultativa.

El suministro y colocación de los elementos que forman la canalización de cables, protección mecánica y cinta de señalización está incluido en la definición de canalización eléctrica / zanja y los precios unitarios de dicha unidad llevarán repercutidos la parte proporcional del mismo.

La partida de rellenos de zanja está incluida en la definición de las unidades de zanjas dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de rellenos.

3.2.5.3. Relleno de cimentaciones

Se aplicará el art. 330 del PG-3.

El relleno de las zapatas de cimentación deberá cumplir con la Especificación del Tecnólogo.

La partida de relleno de cimentaciones está incluida en el subcapítulo de plataformas de montaje y cimentaciones dentro del capítulo obra civil.

Si no se especifica otra unidad de medición, los rellenos se medirán por metros cúbicos (m^3).

3.2.5.4. Rellenos con material filtrante

El extendido se realizará con las precauciones debidas, ya que generalmente se colocará próximo a muros de contención, galerías, zanjas drenantes, mechinales, etc.

El grado de compactación dependerá del punto donde se encuentre. En ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular, éste será determinado por el Director de las Obras y con validación por parte de Ingeniería de la Propiedad

La unidad de medición será metros cúbicos (m^3).

3.2.6. Voladuras

Se aplicará el art. 322 del PG-3.

Si la excavación especial por voladuras no está contemplada en el Proyecto como unidad independiente, se entenderá que está comprendida en las de excavación, y por tanto no habrá lugar a su medición y abono por separado. No obstante, en el caso de ser necesarias voladuras estas deberán ser autorizadas por el CONTRATANTE, que valorará la necesidad de nuevos permisos a tramitar por parte del CONTRATISTA.

De la misma manera los costes, elaboración y obtención tanto del proyecto de voladuras como de los permisos administrativos derivados de la utilización del método de excavación por voladuras correrán a cargo del CONTRATISTA y, por tanto, no serán objeto de medición y/o abono y deberán estar repercutidos en la parte proporcional de aquellas unidades de obra en las que aplique su utilización.

3.2.7. Pedraplenes

Se aplicará el art. 331 del PG-3.

Los materiales para emplear en los rellenos tipo pedraplén procederán de excavaciones y ocasionalmente de préstamo cuando así se defina por el CONTRATANTE, debiendo reunir los

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

requisitos exigidos para rocas adecuadas en el art. 331 del PG-3 respecto a procedencia, calidad, granulometría y forma.

A efectos de determinar la procedencia del material, se considerará material de excavación cualquier material que no sea procedente de cantera homologada y material de préstamo cualquier material procedente de cantera autorizada.

Durante la excavación del material a utilizar en pedraplenes se eliminará la cobertura vegetal, así como las zonas de roca superficial alterada. Se eliminarán asimismo las zonas de material inadecuado que aparezcan en el interior de la formación rocosa durante la excavación de ésta.

El extendido del material se realizará en tongadas de espesor uniforme para que, con los medios disponibles, se obtenga la compacidad deseada. A falta de otra especificación dicho espesor será de sesenta centímetros (60 cm) y en ningún caso será superior a un metro (1 m) ni a tres (3) veces el tamaño máximo del árido. En todo caso, el espesor de la tongada debe ser superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material a utilizar.

Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados a las características del terreno y material, hasta conseguir las compacidades mínimas necesarias.

Las dimensiones y características de la coronación del terraplén, se realizará de acuerdo con los planos del proyecto.

La partida de pedraplén está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución de pedraplén.

La unidad de medida es metros cúbicos (m^3).

3.3. VIALES INTERNOS

Se dispondrá una red de viales en el interior de la planta que garantice el correcto acceso a todos los centros de transformación, Subestación/centro de seccionamiento, si lo hubiera, edificio multiusos y punto limpio.

Como nota general, los viales internos tendrán un ancho de 4 metros y el vial de acceso a la subestación tendrá un ancho de 5 metros.

El proceso constructivo y los materiales empleados quedan definidos en el presente documento.

3.3.1. Excavaciones

Aplicará lo indicado en el apartado 3.2.4 del presente pliego.

3.3.2. Rellenos

Aplicará lo indicado en el apartado 3.2.5 del presente pliego.

3.3.3. Firmes

3.3.3.1. Subbases granulares

Se aplicará el art. 500 del PG-3.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se define como subbase granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada.

Se presentarán los ensayos de las subbases, así como su procedencia y características para su aprobación por el CONTRATANTE con anterioridad a su empleo. Durante su utilización se realizarán ensayos de caracterización para comprobar que no cambien sus características, según el apartado 4.3.4 de este documento.

Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados hasta conseguir una densidad superior al 95% de la máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado (en ausencia de otro valor mayoren el proyecto o Especificación Técnica Particular).

La partida de zahorra está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución, colocación y compactación de zahorra.

3.3.3.2. Zahorras

Se aplicará el art. 510 del PG-3.

Se presentarán los ensayos de las zahorras, así como su procedencia y características para su aprobación por el CONTRATANTE con anterioridad a su empleo. Durante su utilización se realizarán ensayos de caracterización para comprobar que no cambien sus características.

Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados hasta conseguir una densidad superior al 98% de la máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado (en ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular).

La partida de zahorra está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución, colocación y compactación de zahorra.

Si no se especifica otra unidad de medida, la zahorra se medirá por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.

3.3.3.3. Suelos estabilizados in situ

Se seguirá lo establecido en el art. 512 del PG-3

3.3.3.4. Riegos de Imprimación

Se aplicará el art. 530 del PG-3.

3.3.3.5. Riegos de Adherencia

Se aplicará el art. 531 del PG-3.

3.3.3.6. Mezclas bituminosas en caliente

Se aplicará el art. 542 del PG-3.

El tipo de árido y ligante bituminoso, así como el tipo y composición de la mezcla serán los definidos por el proyecto o en su defecto los que determine el CONTRATANTE.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Antes de su utilización se realizará una identificación del material, con los ensayos que se indican en el art. 542 del PG-3 para verificar su adecuación a la mezcla definida en el proyecto.

Fabricación

Será aplicable todo lo indicado en el art. 542 del PG-3. El CONTRATISTA entregará un dossier con los resultados de todos los ensayos de contraste de la planta la dosificación y los sellos de calidad de la misma.

Además, en el caso que la planta no presente ensayos de contraste, donde se detalle el historial de resultados de la planta, es preceptivo que el CONTRATISTA compruebe las características de la mezcla hormigón a utilizar mediante los ensayos a los que se refiere el mismo art. 542 del PG-3.

Extensión

Se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 542.8 del PG-3.

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendedora, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura.

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

Compactación

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.
- En mezclas drenantes, se comprobará con la frecuencia que sea precisa la permeabilidad de la capa durante su compactación, según la NLT-327.
- Al terminar la compactación, se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla bituminosa en caliente:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m²) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

Se tomará al menos una (1) muestra de la mezcla de cada lote realizando los siguientes ensayos:

- Granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Dosificación de ligante, según la UNE-EN 12697-1.
- En mezclas densas, semidensas y gruesas, análisis de huecos y resistencia a la deformación plástica empleando el aparato Marshall (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la NLT-159. En mezclas de alto módulo, además de lo anterior, determinación del módulo dinámico a veinte grados Celsius (20ºC), según la norma NLT-349.
- En mezclas drenantes, análisis de huecos (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la NLT-168, y la pérdida por desgaste, según la NLT-352.

Ligantes bituminosos

Deberán cumplir las características indicadas en las Normas NLT y en el PG-3.

Cuando no se especifique otra unidad de medida, las mezclas bituminosas se medirán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.

3.3.3.7. Pavimentos de hormigón

Se seguirá lo establecido en el art. 550 del PG-3.

3.3.3.7.1. Materiales

Conforme a la RC-16, se usarán cementos comunes excepto de tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/B, CEM III/C y CEM V/B. Sólo se permitirán cementos con caliza (CEM II/A-L, CEM II/B-L, CEM II/A-LL y CEM II/B-LL) con la autorización expresa de la Dirección de Obras. Serán de clase resistente mínima 32,5N. Se permitirá clase resistente 42,5R en invierno.

El principio de fraguado conforme a UNE-EN 196-3 no tendrá lugar antes de los cien minutos.

3.3.3.7.2. Áridos

No se permitirán áridos que puedan tener componentes que reaccionen con los álcalis, ni sulfuros sulfato cálcico o compuestos ferrosos.

3.3.3.7.3. Árido fino

Él árido fino podrá ser de trituración siempre que cumpla lo establecido en el art. 550.2 del PG-3 y que sea de naturaleza silícea.

El valor de equivalente de arena según UNE-EN 933-8 será inferior a 75 y el módulo de finura UNE-EN 933-1 tendrá una variación inferior al 5%

3.3.3.7.4. Aditivos

Se permite el uso de plastificantes. No se aceptarán aireantes u otros componentes que produzcan efectos perniciosos sobre el hormigón. Podrán usarse aceleradores o retardadores de fraguado en condiciones climáticas adversas, siempre que lo autorice la Dirección de Obra.

3.3.3.7.5. Producto filmógeno de curado

Se emplearán productos basados en dispersión acuosa de polímeros sintéticos. La porción no volátil será de color claro, y no inflamable.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se extenderá con camiones cisterna proporcionando un rociado uniforme sobre la superficie y se aplicará cuando no se detecte agua en ella.

3.3.3.7.6. Tipo de hormigón

En el presente proyecto, se empleará hormigón de tipo HF-3,5 resistencia a flexotracción a 28 días de 3.5 MPa y tendrá una consistencia de entre cuatro y cinco centímetros.

La dosificación mínima de cemento será de trescientos kilos por metro cúbico y la relación ponderal agua/cemento será inferior a 0,45

3.3.3.7.7. Condiciones del proceso de ejecución

Puesta en obra

Para todas las categorías de tráfico, se empleará una extendedora y una pavimentadora para vibrar y uniformizar la mezcla.

Las juntas se efectuarán en seco mediante radial con disco de diamante y se sellarán una semana después.

El acabado superficial asegurará la adherencia de los vehículos.

Espesor

Si la media de las diferencias entre el espesor medido y el prescrito fuera positiva, y no más de un (> 1) individuo de la muestra presentase una merma (diferencia negativa) superior a diez milímetros (> 10 mm), se aplicará, al precio unitario del lote, una penalización de un diez por mil (10 ‰) por cada milímetro (mm) de dicha merma.

Si la merma media fuera inferior o igual a diez milímetros (≤ 10 mm), y no más de un (> 1) individuo de la muestra presenta una merma superior a veinte milímetros (> 20 mm), se aplicará, al precio unitario del lote, una penalización de un dos por ciento (2 %) por cada milímetro (mm) de merma media.

En los demás casos, se demolerá y reconstruirá el lote con cargo al CONTRATISTA.

Rasante

Se aplicará una penalización del 5% por cada milímetro de discrepancia por encima de las tolerancias fijadas en el epígrafe 550.7.2 del PG-3

Se medirá por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados conforme a la unidad incluida en el Proyecto.

3.4. OBRAS DE CONTENCIÓN DE TALUDES

3.4.1. Piedra de Escollera

Se aplicará el art. 658 del PG-3.

3.4.2. Fábrica de Gaviones

Se aplicará el art. 659 del PG-3.

3.5. DRENAJES

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El sistema de drenaje tiene como objetivo la correcta evacuación de las aguas de escorrentía, dar continuidad a los flujos naturales del agua, proteger los caminos y evitar la entrada de agua en centros de transformación, edificios y cuadros eléctricos.

El sistema de drenaje de la planta se diseñará y calculará según lo establecido en la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras

En el estudio de drenaje se determinan, a partir de los caudales de avenida obtenidos en el estudio hidrológico y para el período de retorno correspondiente, siendo este, no inferior a 25 años, las obras de drenaje longitudinal y transversal a la vía necesarias para su desagüe, definiendo su forma y situación, así como la comprobación de su funcionamiento hidráulico durante la evacuación de las aguas en régimen de avenidas.

El sistema de drenaje se dimensionará con un resguardo suficiente para que el porcentaje de llenado de la cuneta/vado sea inferior al 90% y 75% para tuberías.

La profundidad mínima de las cunetas en tierra será de 30 cm.

3.5.1. Drenaje Longitudinal

Constituido por cunetas dispuestas longitudinalmente en los caminos.

Las cunetas podrán tener forma triangular, trapezoidal o en hondanada y podrán ser revestidas o sin revestir.

Los criterios para determinar si irán revestidas o no, serán los indicados en la normativa aplicable anteriormente indicada.

Para pendientes mayores del siete por ciento (i > 7%) será preciso adoptar precauciones especiales contra la erosión, como disponer escalones para disipar la energía del agua, o aumentar la rugosidad con paramentos irregulares.

3.5.2. Drenaje Transversal

El objetivo del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, etc.) y dar continuidad a la red de drenaje superficial longitudinal dispuesto en forma de cunetas en los márgenes de los caminos para su correcta evacuación.

El drenaje transversal de la planta fotovoltaica puede estar constituido por obras de drenaje transversal (ODT) o por vados hormigonados.

- Las embocaduras o salidas de las ODT estarán compuestas por aletas de hormigón que se disponen, formando 33º o 45º con el eje de la obra, aunque este ángulo puede variar ligeramente para adaptarse a la dirección del cauce y del camino.

La ejecución de estas obras comprende:

- Replanteo y materialización de referencias topográficas.
- Los caminos de acceso necesarios para la ejecución de las obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Excavación y alisado de las obras de entrada y salida y retirada de los productos excavados.
- Enmarcado de las obras de entrada y salida donde se indique.
- Hormigón y encofrado del cuerpo de la obra y las embocaduras de entrada y salida, o de los escalonamientos de salida y de los fosos de entrada.
- Excavación, de la rasa para la colocación de tubos y retirada de los productos excavados.
- Suministro, transporte y colocación de los tubos de hormigón y su revestimiento de hormigón.
- Todas las operaciones que se necesiten para acabar la obra en las condiciones de calidad y con las tolerancias definidas en los documentos del proyecto.
- Retirada y limpieza de todos los elementos auxiliares y restos de obra.
- Acondicionamiento del terreno.
- Conservación de la obra ejecutada hasta su recepción provisional.
- Todas las obras necesarias para asegurar el correcto drenaje provisional de las aguas interceptadas mientras se realiza la obra definitiva.

3.5.3. Drenaje en Plataformas de seguidores

El movimiento de tierras siempre deberá ser diseñado para evitar zonas de acumulación de agua, sin embargo, si por razones de orografía se producen puntos bajos de embalsamiento de agua, se deberá diseñar un sistema de drenaje de estas plataformas que garantice la correcta evacuación del agua y evite estos embalsamientos que pueden ser perjudiciales tanto para la cimentación de los seguidores como para cualquier elemento eléctrico de la planta.

Este sistema de drenaje podrá ser superficial mediante la disposición de cunetas o subterráneo mediante tuberías, y deberá ser diseñado y calculado según lo establecido en la normativa aplicable anteriormente indicada.

3.5.4. Control de erosión

Se ha de tener especial atención en prevenir la erosión del terreno por el agua de escorrentía, para ello, será imprescindible que, en los puntos de descarga de cualquier elemento de drenaje, bien sean cunetas, vados hormigonados u ODT, se instalarán elementos que disipen la energía y eviten la formación de cárcavas, como, por ejemplo, zonas RIP RAP o playas de grava.

Estos elementos deberán tener unas dimensiones y un tamaño de roca adecuados en función del caudal y velocidad de proyecto.

Se ha de comprobar si los flujos de agua de escorrentía están produciendo erosión en el terreno. De ser así, se debe diseñar un sistema de control de erosión para mitigarlo. Entre otras opciones se podrán utilizar gravas que disipen la energía o geotextiles que eviten la erosión del terreno.

Para evitar la erosión en taludes, se podrán utilizar geotextiles y tierra vegetal para mitigar la erosión.

3.6. CERRAMIENTO EXTERIOR

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se instalará un cerramiento perimetral a toda la planta fotovoltaica constituido por una malla metálica cinegética instalada sobre postes metálicos cada 3m.

El vallado cumplirá con las prescripciones resultantes de los trámites ambientales.

De forma general, la altura del vallado será 2m y la altura libre al suelo será de 15cm, con huecos de 300cm² que permitan el paso de pequeños mamíferos.

El cerramiento carecerá de elementos cortantes o punzantes y en ningún caso serán eléctricas.

Se instalará una puerta de acceso para vehículos por cada recinto de vallado.

Dicha puerta será de doble hoja abatible con marco metálico y una anchura total de 6 metros.

La cimentación, tanto de los postes que soportan la malla como de la puerta de acceso, serán dados de hormigón en masa de dimensiones aproximadas de 30x30x50 cm.

Durante la ejecución del cerramiento se verificará que los postes quedan verticales y la malla bien tensada. Los empalmes de malla se realizarán coincidiendo con un poste.

3.7. CANALIZACIONES ENTERRADAS PARA CABLES ELÉCTRICOS

Para la excavación de la zanja, aplicará lo indicado en el apartado 3.2.4.2 del presente documento y para los rellenos aplicará lo indicado en el apartado 3.2.5.2 del presente documento.

Las dimensiones de la excavación se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto, no pudiendo ser en ningún caso inferiores a estas.

De manera general, sobre el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena fina lavada de espesor variable donde se alojarán, tanto el cable de cobre desnudo de la red de tierras como los cables directamente enterrados. Sobre esta capa se rellenará 30 cm con suelo seleccionado compactado al 95% P.M donde se alojarán los cables que vayan bajo tubo. Sobre esta capa, se colocará protección mecánica y se rellenará con tierra procedente de la propia excavación cribada y compactada al 95% P.M. a unos 15cm de la superficie se colocará cinta de señalización y se seguirá rellenando y compactando con este material hasta alcanzar el nivel del suelo explanado.

En los cruces de zanjas con caminos, los cables irán entubados y recubiertos de hormigón tal y como se indica en los planos.

El tendido de cables y tubos se hará de acuerdo a la reglamentación, respetando en todo momento las distancias entre cables indicadas en los planos y los radios de curvatura recomendados por el fabricante para cada sección de cable.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles. Los radios mínimos de curvatura estarán de acuerdo con la reglamentación. El tratamiento de las juntas y uniones se ejecutará de acuerdo con los Planos y las instrucciones de la Dirección Técnica y la Ingeniería de la Propiedad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La ejecución de juntas y uniones se realizará de forma que quede garantizada la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se cuidará que el acoplamiento entre los tubos quede perfecto, de manera que en las juntas no queden cantos vivos, ni que por ellas pueda entrar agua, tierra o lodos.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas en los mismos, para lo cual, se taponarán los extremos libres con trapos o papel.

Los cambios de dirección se realizarán con elementos adecuados y respetando los radios de curvatura apropiados. Los cambios importantes de dirección se realizarán mediante arquetas.

Al hormigonar los tubos se pondrán un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable revisar las juntas antes del hormigonado.

3.8. ARQUETAS

Se instalarán arquetas, como mínimo, en los centros de transformación, tanto a la entrada de los inversores, como en la entrada y salida de los cables de media tensión. También en los cambios importantes de dirección, siempre respetando los radios de curvatura apropiados.

Además de las indicadas, se instalarán arquetas en el tendido de comunicaciones, (zanja perimetral) y en las estaciones meteorológicas y NCU's.

Las arquetas podrán ser prefabricadas o de obra y tendrán las dimensiones apropiadas para albergar los cables indicados en los planos de proyecto.

Las arquetas quedarán perfectamente selladas para evitar la entrada de agua y roedores.

3.9. EDIFICACIONES

Se prevén principalmente las siguientes edificaciones en la planta FV:

- Edificio Multiusos
- Punto limpio
- Centro de seccionamiento (Si aplicase)

3.9.1. Edificio Multiusos

En la planta se instalará un edificio multiusos prefabricado de una superficie aproximada de 300 m² que contará con sala de operaciones, sala de reuniones, despachos, cocina, vestuarios, aseos y un almacén donde albergar todos los repuestos de la planta de forma segura y limpia.

3.9.1.1. Instalación eléctrica

- Canalizaciones interiores

La distribución del cableado de fuerza y alumbrado deberá permitir un fácil acceso a todas las partes y la identificación del sistema a que pertenece.

- Cajas de distribución y empalme

Cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

contener. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

El grado de protección según norma UNE-EN 60670 será IP 55 e IP 65.

- Canaleta

Se instalará canaleta con tapa y tabique separador para cables de señal o baja tensión. Con posibilidad de colocación de mecanismos empotrados en la canal, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002. Incluye todos los elementos y accesorios necesarios para el acabado y funcionamiento de la instalación. Tanto los canales como los accesorios y complementos de la instalación serán de las mismas características, ajustándose a las normas UNE que les correspondan, así como a todas las especificaciones que figuran en el proyecto o pueda establecer la Dirección Técnica en su momento. El material deberá ser aceptado por la Propiedad, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

- Tubos para conductores

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación. Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubo

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios. Las dimensiones de los tubos serán las establecidas en la norma correspondiente, la denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante. En este elemento se incluye los accesorios correspondientes a uniones y piezas especiales, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.

- Conductores

Se exigirá protocolo de ensayo por cada bobina y todos los cables que presenten defectos superficiales u otros particularmente visibles serán rechazados. El Contratista informará por escrito a la Dirección Facultativa, el nombre de la firma fabricante de los conductores y se adjuntará una muestra. Si el fabricante no reúne las suficientes garantías a juicio de la Dirección Facultativa, antes de su instalación hará que el Contratista compruebe las características de estas en un laboratorio oficial.

Todas las conexiones entre conductores deberán efectuarse mediante piezas metálicas de empalme resistentes a la corrosión que aseguren un contacto eléctrico eficaz en el interior de cajas de conexión estancas y con los debidos fusibles de protección, las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de líneas y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No se permitirá instalar más piezas de empalme o cajas de conexión que las necesarias para cada una de las correspondientes derivaciones. Los conductores a emplear deberán ser de primera calidad, nuevos y aceptados por la Dirección Facultativa.

No se emplearán materiales sin que previamente hayan sido examinados en las condiciones que prescriben las respectivas calidades indicadas para cada material. Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa aún después de colocados, si no cumpliesen las condiciones exigidas en estas Normas.

A tal efecto, la Dirección Facultativa empleará los métodos de ensayo y selección que considere oportunos. Todos los conductores empleados serán de cobre electrolítico y su conductibilidad no será inferior a 56 m/(W.mm²).

Los cables serán de aislamiento ES07Z1-K 450/750V para instalaciones generales y acometida. Será tipo RZ1-K y SZ1-K para instalaciones de seguridad. Las secciones mínimas serán de 1,5 mm2 y en todo caso se atenderán las especificaciones impuestas por el reglamento Electrotécnico de B.T. vigente.

Cable ES07Z1-K 450/750V

- Designación: ES07Z1-K
- Tensión de aislamiento: 450/750V
- Tipo de aislamiento: poliolefina o polietileno reticulado (XLPE)
- Tipo de cubierta: poliolefina termoplástica ignífuga
- Formación del conductor: unipolar
- Sección conductora: según mediciones y planos
- Normas: UNE-EN.

Cable RZ1-K 0,6/1kV

- Designación: RZ1-K
- Tensión de aislamiento: 0,6/1kV
- Tipo de aislamiento: poliolefina o polietileno reticulado (XLPE)
- Tipo de cubierta: poliolefina termoplástica ignífuga
- Formación del conductor: unipolar
- Sección conductor: según mediciones y planos
- Normas: UNE-EN
- Temperatura máxima en servicio permanente: 90 °C

Cable SZ1-K 0,6/1 kV

- Designación: SZ1-K
- Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV
- Formación del conductor: unipolar
- Sección conductor: según mediciones y planos
- Normas: UNE-EN.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Dichos conductores serán de nueva fabricación, procediendo directamente de fábrica, rechazándose los que acusen deterioros por mal trato u otros defectos.

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

- Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul Claro: Para el conductor neutro.
- Amarillo-Verde: Para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, Negro y Gris: Para los conductores activos o fases

- Cuadros baja tensión

Aplicará lo indicado en el apartado "5.13 Cuadros eléctricos" del presente pliego.

- Interruptores automáticos

Aplicará lo indicado en el apartado "5.13 Cuadros eléctricos" del presente pliego.

- Alumbrado interior

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexionados y montados.

Todos los receptores de alumbrado deberán cumplir las normas indicadas en el REBT y el Documento Básico SUA 4 del Código Técnico de Edificación (CTE). Para su instalación se seguirá en general las indicaciones del REBT. El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

- Alumbrado de emergencia

Los aparatos autónomos de emergencia a instalar serán estancos y tendrán conjuntamente los dos alumbrados (señalización y emergencia), dispondrán de las siguientes características:

- Tiempo de carga: 24 horas.
- Autonomía: 2 horas.
- Fabricado con norma UNE.
- Alimentación: 230 V 50 Hz
- Acumulador estanco Ni-cd
- Pulsador de prueba y piloto indicador de alerta.
- Protección: IP-65.

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

- Red de alumbrado exterior

Se exigirá protocolo de ensayo por cada bobina y todos los cables que presenten defectos superficiales u otros particularmente visibles serán rechazados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El Contratista informará por escrito a la Dirección Facultativa, el nombre de la firma fabricante de los conductores y se adjuntará una muestra. Si el fabricante no reúne las suficientes garantías a juicio de la Dirección Facultativa, antes de su instalación hará que el Contratista compruebe las características de estas en un laboratorio oficial.

Todas las conexiones entre conductores deberán efectuarse mediante piezas metálicas de empalme resistentes a la corrosión que aseguren un contacto eléctrico eficaz en el interior de cajas de conexión estancas y con los debidos fusibles de protección, las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de líneas y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

No se permitirá instalar más piezas de empalme o cajas de conexión que las necesarias para cada una de las correspondientes derivaciones.

- Tubos de protección

Toda la red subterránea discurrirá bajo tubo de protección de PE corrugado de doble pared y diámetro 110 mm.

El tubo que comunique la arqueta con el interior de cada columna será tubo corrugado de PVC de doble pared de diámetro 90 mm para protección de cables en instalaciones eléctricas subterráneas y grado de protección 9.

Los tubos serán de sección circular, de grueso de pared suficiente para que ofrezcan la debida resistencia para soportar las presiones exteriores. Deberán ser completamente estancos a la humedad, no presentando fisuras ni poros. En uno de sus extremos llevará un ensanchamiento para poder conectar los tubos con unión por encolado y cierre estanco.

- Zanjas

Las zanjas serán de las dimensiones correspondientes a cada clase de obra. Su trazado deberá ser rectilíneo y paralelo al bordillo o fachadas.

Se marcará el trazado sobre el terreno, dejándose los pasos precisos para vehículos y peatones, así mismo se dejarán un pasillo de 50 cm de ancho a ambos lados de la zanja, para facilitar el paso a los obreros y evitar que se viertan escombros en la misma.

Las tierras sobrantes y escombros resultantes de la apertura de las zanjas o calas deberán retirarse diariamente, dejándolas debidamente amontonados de modo que no entorpezcan la circulación de peatones ni de vehículos.

El tapado y apisonado de la zanja se realizará en capas de 10 cm., usando para la compactación pisón manual o cerámico, siendo humectadas si fuese necesario. Se evitará realizar los rellenos con bolos o escombros.

- Arquetas de registro

Para las derivaciones a las columnas, se dispondrán arquetas de dimensiones con profundidad adecuada a la canalización que intercepten, formadas por paredes de hormigón y solera de gravilla. En ellas penetrarán los tubos en los que se alojarán los conductores. Las tapas deberán ser estancas a la infiltración exterior.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.9.1.2. Instalación de detección de incendios, extinción de incendios y señalización

- Detección de incendios

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente, normas UNE de aplicación y Documento Básico DB SI 4 de instalaciones de protección contra incendios.

El sistema de detección de incendios estará formado por:

- Central analógica algorítmica según norma UNE-EN con amplia capacidad operativa que le permite controlar individualmente todos los equipos que componen la instalación.
- Detectores óptico-térmicos convencionales. Son detectores multisensor con doble tecnología humo y calor, según normas UNE EN.
- Detectores algorítmicos ópticos de humos, según UNE-EN. Unidad algorítmica direccionable que gestiona un sensor óptico de humos, tomando medidas de la luz que dispersa las partículas de humo.
- Detectores ópticos algorítmicos de bajo perfil según norma UNE EN, lo que le permite estar más pegado al techo.
- Pulsadores de alarma algorítmico direccionable, con señalización luminosa tipo rearmable y tapa de plástico basculante, según UNE-EN.
- Sirenas interiores con sonido bitonal y destellos luminosos en alarma.
- Sirenas electrónicas con foco multitono según norma EN y base para sirena.
- Módulos de una salida y una entrada para activación y confirmación de señales. Unidad microprocesada direccionable según norma EN.
- Módulos de salidas para maniobras direccionables que gestiona salidas por relé libre de tensión.
- Módulos máster, cada uno para una 1 zona de detectores.
- Módulo aislador de línea, que se intercala en un bucle del sistema algorítmico, según normativa EN, creando sectores. Fuentes de alimentación conmutadas fabricadas según norma EN.
- Programador de direcciones equipo algorítmico: Indicado para programar la dirección de cada equipo algorítmico.
- Módulo de entradas para control de señales, según norma EN que gestiona la información de las entradas digitales. Todos los materiales cumplirán con lo indicado en la UNE-EN, cumplirán con lo dispuesto en reglamentos de aplicación y estarán aceptadas por la Dirección de las Obras.

- Extintores

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente, normas UNE de aplicación y el Documento Básico DB SI 4 de instalaciones de protección contra incendios.

El cuerpo tendrá un rodapié soldado al fondo, para poderlo apoyar en el suelo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El recipiente estará protegido exteriormente contra la corrosión atmosférica e interiormente contra el agente extintor, particularmente los que usen agua.

El fabricante deberá garantizar una duración de 20 años contra la corrosión. No se admitirán dispositivos de disparo accionados por volante.

El sistema de presurización estará incorporado y se aplicará, solamente en el momento de su utilización, excepto el dióxido de carbono que se autopresurizará por su propia tensión de vapor. El agente presurizante será nitrógeno o dióxido de carbono secos para el polvo y dióxido de carbono para el agua; los agentes halogenados se presurizarán con nitrógeno.

Cada extintor llevará incorporado un soporte para su fijación a paramentos verticales o pilares, así como una placa de identificación en la que se indique la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Tipo y carga del extintor.
- Fecha de caducidad.
- Tiempo de descarga.

Cada extintor tendrá certificado y distintivo de idoneidad y llevará las instrucciones de manejo, situadas en lugar visible sobre él. Los extintores estarán fabricados según normas UNE de aplicación, cumplirán con lo dispuesto en los reglamentos de aplicación y estarán aceptados por la Dirección de las Obras. El extintor incluye soporte y accesorios de montaje.

- Señalización

Todos los materiales serán de marcas de primera calidad y deberán ser aceptados por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Se instalará una señal de polipropileno fotoluminiscente.

3.9.1.3. Instalación de fontanería

- Tubos y accesorios de Polietileno (PE)

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Los tubos de polietileno (PE) son los de materiales termoplásticos constituidos por una resina de polietileno, negro de carbono, sin otras adiciones que antioxidantes estabilizadores o colorantes.

Según el tipo de polímero empleado se distinguen tres clases de termoplásticos de polietileno:

- Polietileno de baja densidad (LDPE), también denominado PE 32. Polímero obtenido en un proceso de alta presión. Su densidad sin pigmentar es igual o menor a 0,930 Kg. /dm3.
- Polietileno de alta densidad (HDPE), también denominado PE 50 A. Polímero obtenido en un proceso a baja presión. Su densidad sin pigmentar es mayor de 0,940 Kg. /dm3.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Polietileno de media densidad (MDPE), también denominado PE 50 B. Polímero obtenido a baja presión y cuya densidad, sin pigmentar, está comprendida entre 0,931 Kg. /dm3 y 0,940 Kg. /dm3.

- Aspecto de los tubos

Los tubos no presentarán grietas, granulaciones, burbujas o cualquier falta de homogeneidad. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias al quedar expuestas a la luz solar.

- Clasificación

  Los tubos se clasifican por su diámetro exterior (diámetro nominal) y la presión máxima de trabajo, expresada en kilogramos por centímetro cuadrado.

Dicha presión se entiende para cincuenta (50) años de vida útil, y veinte grados centígrados (20 C) de temperatura de uso del agua.

La presión mínima de trabajo de los tubos a instalar será de diez kilogramos por centímetro cuadrado (10 g/cm²), en el caso de diámetros menores o iguales a 50 mm, y de dieciséis kilogramos por centímetro cuadrado (16 Kg/cm²), para el caso de canalizaciones con diámetros mayores o iguales a 63 mm.

Salvo indicación expresa en los restantes documentos del Proyecto o de la Dirección de Obra. Diámetros nominales La serie comercial de diámetros nominales exteriores, con las tolerancias indicadas posteriormente, será la siguiente: 32, 40, 50, 63, 75, 90 110, 125, 160 y 200 milímetros.

- Espesores

Los espesores de los tubos en diámetros hasta 50 mm, para la presión mínima de trabajo definido de 10 Kg. /cm² y dentro de las tolerancias expresadas más adelante, viene indicada en la siguiente serie:

Diámetro nominal (mm)	Espesor de los tubos (milímetros)	
	Baja densidad (PN 10 Tipo PE 32)	Alta densidad (PN 16 Tipo PE 100)
32	4,4	2,9
40	5,5	3,7
50	6,9	4,6

Análogamente los espesores de los tubos en canalizaciones con diámetros entre 63 y 200 mm, para la presión mínima de trabajo definido de 16 Kg/cm² y dentro de las tolerancias expresadas más adelante:

Diámetro nominal (mm)	Espesor de los tubos (milímetros)
	Alta densidad (PN 16 Tipo PE 100)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

63	5,8
75	6,8
90	8,2
110	10,0

Diámetro nominal (mm)	Espesor de los tubos (milímetros)
	Alta densidad (PN 16 Tipo PE 100)
125	11,4
160	14,6
200	18,2

- Tolerancias

De diámetro exterior: Viene fijada, tanto para polietileno de alta como de baja densidad en función del diámetro nominal D por la expresión:

Tolerancia (mm) = 0,009 D (mm)

El valor mínimo de la tolerancia se fija en 0,3 mm. Los valores obtenidos se redondean al 0,1 mm más próximo en exceso. No se admitirán tolerancias negativas.

De espesor de pared: Se expresan en función del espesor de pared e, para el polietileno de alta y de baja densidad por la siguiente fórmula:

Tolerancia (mm) = 0,2 + 0,1 e (mm)

Todos los valores obtenidos se redondean al 0,1 mm más próximo por exceso. No se admitirán tolerancias negativas.

- Marcado de los tubos

Los tubos de polietileno se marcarán de forma indeleble como mínimo cada metro de longitud, indicándose como mínimo:

- Identificación de fabricante
- Referencia al material: PE 100 si es polietileno de alta densidad y PE32 si es de baja.
- Diámetro nominal Espesor nominal Presión nominal en Mega pascales
- Año de fabricación
- Referencia a la norma UNE 53-131
- Apto para agua potable.

- Formato de los tubos

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En canalizaciones con diámetros entre 63 y 200 mm, se utilizará el PE de Alta Densidad de color negro con bandas azules, mientras que en el caso de diámetros entre 32 y 50 mm, en las que se utilice PE de Baja Densidad, este podrá ser de color negro o negro con bandas azules.

Para diámetros nominales iguales o inferiores a 50 milímetros, el suministro se realizará en bobinas, para diámetros nominales iguales o superiores a 110 milímetros el suministro se realizará en barras. Mientras que para diámetros intermedios se aceptarán cualquiera de los dos formatos, bobina o barras.

- Tubos y accesorios de Polipropileno (PP-R)

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Las tuberías serán de polipropileno copolímero (PP-R) con capa de aluminio, serie 2.5, de presión 20 atm, con marcado AENOR.

El material de la tubería será a base de polipropileno copolímero que se caracteriza por sus excelentes cualidades, como elasticidad, rigidez, resistencia a la presión, y una gran resistencia a altas temperaturas. Además, posee una gran resistencia frente a un amplio espectro de sustancias agresivas, y es particularmente apropiado para conducciones de agua potable.

- Aspecto de los tubos

Los tubos no presentarán grietas, granulaciones, burbujas o cualquier falta de homogeneidad. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias al quedar expuestas a la luz solar.

- Clasificación

Los tubos se clasifican por su diámetro exterior (diámetro nominal) y la presión máxima de trabajo, expresada en kilogramos por centímetro cuadrado. Dicha presión se entiende para cincuenta (50) años de vida útil, y veinte grados centígrados (20 C) de temperatura de uso del agua.

La presión mínima de trabajo de los tubos a instalar será de 20atm, salvo indicación expresa en los restantes documentos del Proyecto o de la Dirección de Obra.

- Dimensiones nominales

La serie comercial de diámetros nominales exteriores, con los espesores indicados posteriormente, será la siguiente: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 110, 125, 160 y 200 milímetros (mm).

- Marcado de los tubos

Los tubos de polipropileno se marcarán de forma indeleble como mínimo cada metro de longitud, indicándose como mínimo:

- Identificación de fabricante
- Referencia al material
- Diámetro nominal
- Espesor nominal

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Presión nominal en Mega pascales
- Año de fabricación Referencia a la norma UNE
- Apto para agua potable.

- Juntas de tuberías

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Las juntas deben ser diseñadas para cumplir las siguientes condiciones:

- Resistir los esfuerzos mecánicos sin debilitar la resistencia de los tubos.
- No producir alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.
- Durabilidad de los elementos que la componen ante las acciones agresivas externas e internas.
- Estanqueidad suficiente de la unión a la presión de prueba, o presión normalizada (Pn).
- Estanqueidad de la unión contra eventuales infiltraciones desde el exterior hacia el interior de la tubería como contra las fugas, y en todas las tuberías para saneamiento.
- Montadas en los tubos en los cuales vayan a utilizarse, las juntas deberán mantener la estanqueidad a la presión de ensayo especificada para los tubos.
- La estanqueidad deberá mantenerse incluso cuando los tubos estén montados con la desviación angular máxima indicada por el fabricante.
- Juntas flexibles son todas aquellas que debido a su elemento de estanqueidad pueden admitir ligeros movimientos debidos a variaciones dimensionales, asientos del apoyo y giros, sin detrimento de ninguna de las condiciones de resistencia y estanqueidad de la unión.

3.9.1.4. Aparatos Sanitarios, grifería y accesorios.

- Aparatos sanitarios

Los aparatos sanitarios serán de porcelana vitrificada blanca. En el caso de llevar tapa, las bisagras serán de acero inoxidable. Deberán llevar sello de calidad AENOR o similar.

- Grifería

Se deberá presentar muestras de la grifería seleccionada antes de su montaje para obtener la correspondiente aprobación.

El chorro de agua de la grifería de lavabos y duchas deberá estar finamente dividido.

El fabricante suministrará en su catálogo la siguiente información para cada tipo de aparato: - presión máxima de servicio, que será igual o superior a 6 bar - presión de prueba, igual a 1,5 veces la de servicio, como mínimo:

- Gráfico de caudal suministrado en función de la presión a la acometida (en condiciones dinámicas), dentro de los límites de 0,5 a 5 bar.
- Gráfico o tabla de nivel sonoro, en dB(A), medido según las normas DIN 52.218 y 52.219, en función de la presión a la acometida, dentro de los límites arriba indicados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Con obturador cerrado y a la presión de servicio, el caudal de fuga de la grifería deberá resultar nulo. La grifería sanitaria deberá cumplir con los requisitos marcados en las normas UNE del Comité Técnico 19 de AENOR.

Todas las partes de la grifería en contacto con el agua serán de un material resistente a la acción agresiva de la misma. El Fabricante indicará los materiales con los que están fabricados cuerpo, asientos y obturador.

El acabado se obtendrá por aporte de material al cuerpo, como cromo, oro, etc. El Fabricante indicará el proceso para la obtención del acabado, así como el espesor medio alcanzado. El Fabricante recomendará los medios más apropiados para la limpieza de la grifería durante el uso, con el fin de evitar el deterioro de su aspecto exterior.

El mando de la grifería deberá estar aislado térmicamente de las partes metálicas de la montura, de tal manera que su manejo no implique riesgos de quemaduras o, incluso, molestias.

El mando del agua fría, de color azul, estará siempre a la derecha y el de agua caliente, de color rojo, a la izquierda. El cierre de la grifería tendrá lugar siempre en el sentido de las manecillas del reloj. En la grifería monomando, el caudal y la temperatura del agua se graduarán manualmente por medio de una palanca de doble movimiento.

La sensibilidad de la grifería monomando deberá ser superior a 2° de ángulo de giro por cada grado centígrado de variación de la temperatura del agua a la salida.

La grifería se servirá completa de todos los accesorios necesarios para su montaje, acabado y funcionamiento.

3.9.1.5. Instalación de saneamiento y drenaje

Se prevé tubos de polipropileno adecuado para enterramiento para instalaciones enterradas y tubos de polipropileno doble capa para instalación colgada.

Los tubos serán aptos para evacuación de aguas residuales y tendrán la certificación de AENOR y clasificación contra el fuego según instalación.

En instalación colgada el tubo será liso de polipropileno autoextinguible, con unión por encastre. Fabricado según norma DIN. Los tubos para la instalación enterrada serán corrugados de doble pared, la interior lisa y la exterior corrugada.

Tubos y piezas de evacuación, con aditivos que mejoran su reacción al fuego. Si el tubo es para unión elástica en el interior de la embocadura habrá una junta de goma.

La superficie no tendrá fisuras y será de color uniforme. Los extremos acabarán con un corte perpendicular al eje y sin rebabas. Las juntas serán estancas. Cumplirá la legislación sanitaria vigente. El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación. Superará los ensayos de resistencia al impacto, a la tracción y a la presión interna descritos en la UNE de aplicación. El diámetro exterior medio será el indicado en las tablas de

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

características suministradas por el fabricante, siendo la tolerancia siempre positiva, con valores máximos indicados en la tabla adjunta.

El ensayo de ovalación arrojará resultados inferiores a lo marcado en dicha tabla. El material de los tubos no tendrá influencia nociva alguna sobre el agua a la que en ningún caso podrá dar olor, color o sabor.

Los tubos no presentarán grietas, granulaciones, burbujas o cualquier falta de homogeneidad. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias al quedar expuestas a la luz solar.

Los tubos se clasifican por su diámetro exterior (diámetro nominal) y la presión máxima de trabajo, expresada en kilogramos por centímetro cuadrado. Dicha presión se entiende para cincuenta (50) años de vida útil, y veinte grados centígrados (20 ºC) de temperatura de uso del agua.

- Colectores PVC

Tendido de tuberías que constituye uno de los elementos del sistema de evacuación de aguas residuales, realizado con tubos de PVC, que puede estar enterrado en zanjas o colgado.

Condiciones previas

- Trazado de la red, replanteando la situación de las arquetas.
- Excavación de las zanjas, o colocación de los soportes si es colgado.
- Estudio del tipo de terreno para colocar la capa de asiento; si el terreno es estable se colocará una capa de gravilla machacada de 1/6 del diámetro exterior del tubo, y, como mínimo de 10 cm.; si es inestable se dispondrá una base de hormigón H-20 de 15 cm de espesor.
- Nivelación de toda la red, desde el punto de acometida, hasta el punto más alejado.

Componentes

- Tuberías.
- Piezas de soporte.

Control

- Control de los materiales, certificados de homologación y de fabricación en su caso.
- Control de las pendientes de los colectores.
- Control de la estanqueidad de la red, tanto en las uniones de tubos como en los enchufes a las arquetas.

Medición

- Los colectores se medirán por ml. de longitud ejecutada, incluso uniones y piezas especiales.
- En todos los casos se seguirán las indicaciones de las mediciones de proyecto

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Colectores de hormigón

Tendido de tuberías que constituye uno de los elementos del sistema de evacuación de aguas residuales, realizado con tubos de hormigón centrifugado.

Condiciones previas

- Trazado de la red, replanteando la situación de las arquetas.
- Excavación de las zanjas.
- Estudio del tipo de terreno para colocar la capa de asiento; si el terreno es estable se colocará una capa de gravilla machacada de 1/6 del diámetro exterior del tubo, y, como mínimo de 10 cm., si es inestable se dispondrá una base de hormigón H-20 de 15 cm de espesor.
- Nivelación de toda la red, desde el punto de acometida, hasta el punto más alejado.

Componentes

- Tubos de hormigón vibroprensado machihembrado.
- Tubos de hormigón vibroprensado de enchufe campana y junta elástica.
- Tubos de hormigón vibroprensado de base plana y unión elástica.
- Ovoides de hormigón vibroprensado de unión rígida machihembrada.
- Juntas de goma.

Control

- Control de las pendientes de los colectores.
- Control de los materiales, certificados de homologación y de fabricación en su caso.
- Control de la estanqueidad de la red, tanto en las uniones de tubos como en los enchufes a las arquetas.

3.9.1.6. Instalación de ventilación y climatización

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los sistemas de ventilación y climatización de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

A requerimiento de la Dirección de Obra y como parte del suministro, el Instalador entregará para cada equipo los cálculos de pérdida de carga (presión estática) de forma detallada, para cada sección, en las condiciones más desfavorables.

Los cálculos estarán realizados por el fabricante del equipo entregándose debidamente firmados. Queda incluido como parte del suministro del instalador, todos los accesorios de los sistemas de ventilación y climatización, con independencia de que estén o no explícitamente especificados en los planos de Proyecto. El objeto de estos accesorios es conseguir una correcta y equilibrada distribución de aire por los conductos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Para la climatización de los cuartos técnicos se utilizará un sistema de caudal variable de refrigerante, formado por una unidad exterior y distintas unidades interiores. Es un sistema descentralizado, formado por una unidad exterior, que distribuye el refrigerante a las unidades interiores de forma variable con un sistema a dos tubos, adaptándose en todo momento a la potencia necesaria para climatizar cada uno de los espacios y suministrando calefacción y/ó refrigeración simultáneamente.

Para baños con ventilación forzada se instalarán extractores. Ventiladores helicoidales de bajo nivel sonoro, compuerta antirretorno incorporada, luz piloto de funcionamiento, aislamiento II, protección IP45.

3.9.2. Punto limpio

En la planta se instalará un punto limpio, que consistirá en un edificio prefabricado de una superficie aproximada de 15m² con el objetivo de depositar todos los residuos que no sean peligrosos generados durante la fase de explotación de la planta.

3.9.3. Centro de seccionamiento (Si aplicase)

En el proyecto se instalará un centro de seccionamiento prefabricado con el objetivo de recoger las líneas de media tensión del parque y evacuar la energía en un único circuito hasta la Subestación de destino

El centro de seccionamiento contará con celdas de entrada de media tensión y con una celda de salida, también en media tensión, todas ellas con sus correspondientes protecciones. Además de las celdas, el centro de seccionamiento contará también con un cuadro de SSAA y con una UPS de 3kVA

3.9.4. Sellado de cables y tuberías en edificaciones

A continuación, se especifica la solución para el sellado de cables y tuberías para entrada bajo suelo y en pared en las edificaciones previstas en la planta.

3.9.4.1. Sellado de cables y tuberías para entradas bajo suelo

La solución a implementar será de la marca Roxtec o similar.

- **Vida útil** - El sistema de sellado de entrada y salida de cables deberá tener una expectativa de vida útil mínima de 25 años o más en condiciones normales de funcionamiento sin requerir de ningún tipo de mantenimiento adicional.

- **Protección de entrada** - El sistema de sellado de entrada/salida para cables y tubos contará con certificados que garantice los pasos frente a: Protección IP68 + presión constante de agua a 0.3 bar y 1 bar para presión catastrófica + Estanco al Gas a 0.3 bar + Instalación posible en condiciones de agua corriendo.

  Fabricado en acero inoxidable 316L. Espacio libre mínimo de 3 mm entre la goma y metal para evitar el contacto directo entre el cable y cualquier componente metálico.

  Además, mantendrá el edificio seco y aislado durante la construcción del mismo mediante la inclusión de un casquillo pre-roto con ala el cual podrá ir encrastado durante el proceso de hormigonado:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- **Retención del cable/fuerza de tracción** - El sistema de sellado de paso de cables y tubos asegurará los cables sin deslizamiento con una fuerza aplicada al cable igual a 5 veces el valor en milímetros del diámetro del cable en Newtons

  Profundidad mínima de sellado de 60 mm para ayudar en la retención del cable. Esto previene la pérdida del sellado cuando se produce movimiento del cable debido al movimiento del terreno de relleno, peso de los cables y/o la flexión durante el propio funcionamiento.

- **Mitigación de animales/insectos** - El sistema de sellado de paso de cables y tubos deberá proporcionar una barrera efectiva contra roedores, insectos, serpientes y otras plagas que puedan causar daños en los cables y sistemas eléctricos. Esta protección deberá estar certificada por terceros.

- **Flexibilidad en el sellado** - El sistema de sellado de paso de cables y tubos deberá incorporar un sistema modular en cada paso que permita mediante un pelado de capas de 1 mm obtener un ajuste adecuado al diámetro exterior del cable (D.E.) sin necesidad de sustituir el módulo.



Ilustración 1: Pasamuros

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.9.4.2. Sellado de cables y tuberías para pasos en pared

La solución a implementar será de la marca Roxtec o similar.

- **Vida útil** - El sistema de sellado de entrada y salida de cables deberá tener una expectativa de vida útil de 25 años o más en condiciones normales de funcionamiento sin requerir de ningún tipo de mantenimiento adicional.

- **Protección de entrada** - El sistema de sellado de entrada/salida para cables y tubos debe ser resistente a la intemperie para evitar la entrada de agua y polvo con una protección certificada de entrada de IP 66/67 según lo definido por IEC 60529.

- **Retención del cable/fuerza de tracción** - El sistema de sellado asegurará los cables sin deslizamiento con una fuerza aplicada al cable igual a 5 veces el valor en milímetros del diámetro del cable en Newtons (1 Newton = 0.224 lbs.-fuerza) para cables redondos de acuerdo con la norma IEC 62444.

  Para instalaciones en zonas clasificadas EX, el sistema de sellado asegurará los cables sin deslizamiento con una fuerza aplicada al cable igual a 20 veces el valor en milímetros del diámetro del cable en Newtons (1 Newton = 0.224 lbs.-fuerza) para cables redondos de acuerdo con la norma IEC 62444.

- **Protección Contra Fuego** - El sistema de sellado deberá proveer una resistencia contra fuego igual o superior a la clasificación contra fuego exigida a la pared o partición en la que se instala. El sistema de sellado deberá estar certificado libre de halógenos.
- **Reacción contra fuego/Combustibilidad.** - El sistema de sellado deberá cumplir o exceder el rating B, s1, d0, validando su comportamiento de no inflamabilidad, propagación de llama, valor calorífico y propagación de humo y gotas ardientes de acuerdo con EN 13823 y EN ISO 11925-2.
- **Protección contra Vapor (gas).** - El sistema de sellado deberá evitar el paso de gases con una presión igual a 25 Pa (0,10 pulgadas de agua) demostrando la capacidad de mantener un flujo positivo de acuerdo con IEC 60079-10-1.

- **Mitigación de animales/insectos** - El sistema de sellado de paso de cables y tubos deberá proporcionar una barrera efectiva contra roedores, insectos, serpientes y otras plagas que puedan causar daños en los cables y sistemas eléctricos. Esta protección deberá estar certificada por terceros.

- **Flexibilidad en el sellado** - El sistema de sellado de paso de cables y tubos deberá incorporar un sistema modular en cada paso que permita mediante un pelado de capas de 1 mm obtener un ajuste adecuado al diámetro exterior del cable (D.E.) sin necesidad de sustituir el módulo. Deberán incluir un núcleo sólido hasta el momento en que se instale un cable, tubería u otro penetrante con el objeto de asegurar la estanqueidad durante todo el proceso de construcción. No se recomiendan bloques sólidos para tener incluido posibles futuras necesidades con pasos adicionales sin utilizar.

- **Temperatura ambiente** - El sistema de sellado de paso de cables y tubos deberá estar certificado para funcionar a temperaturas ambiente de -40°C a +80°C.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

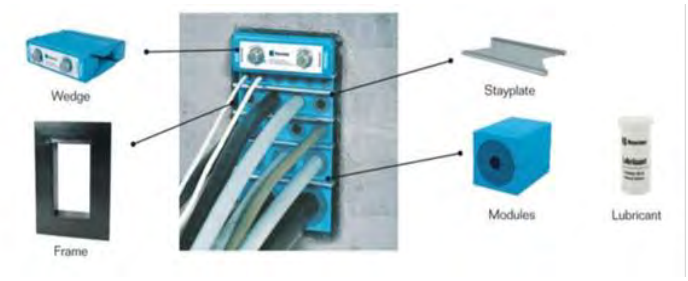


Ilustración 2: Sistema de sellado multidiámetro

3.10. MATERIALES SIDERÚRGICOS

3.10.1. Armaduras pasivas

El acero será del tipo B 500S ó B 500SD, según lo especificado en la Especificación Técnica Particular o los planos del proyecto. El acero cumplirá con las características y requisitos exigidos en los arts. 33, 34, 35, 36, 37, 39, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 52 y 61 del Código estructural, así como las especificaciones adicionales.

La armadura deberá estar elaborada, cortada y doblada en taller. El CONTRATISTA elaborará a partir de los planos del proyecto un despiece de la armadura conforme al Código Estructural y someterá el mismo a la aprobación del CONTRATANTE.

La disposición de las armaduras una vez hormigonadas, será tal y como figuren en los planos e instrucciones del proyecto, debiendo estar perfectamente sujetas para soportar el vertido, peso y vibrado del hormigón, respetándose especialmente los recubrimientos mínimos.

El acero para la estructura de cimentaciones se medirá por kilos (kg) colocados según planilla de despiece aprobada por el CONTRATANTE, no admitiéndose excesos por despuntes, solapes, o cualquier elemento auxiliar de guía, soporte o de seguridad no contemplado en el despiece.

3.10.1.1. Colocación

Las armaduras se ajustarán a la designación y características mecánicas indicadas en los planos del Proyecto, y deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en el Código Estructural.

El CONTRATISTA deberá aportar certificados del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Para el transporte de barras de diámetros hasta diez (10) milímetros, podrán utilizarse rollos de un diámetro mínimo interior igual a cincuenta (50) veces el diámetro de la barra.

Las barras de diámetros superiores, se suministrarán sin curvatura alguna, o bien dobladas ya en forma precisa para su colocación.

Para la puesta en obra, la forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos. Cuando en éstos no aparezcan especificados los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

debiendo el CONTRATISTA, en cualquier caso, realizar y entregar al director de las Obras los correspondientes esquemas de despiece.

El doblado de las armaduras se realizará según lo especificado en el Art. 49.3.4 del Código Estructural, así como en el art. 600 del PG-3.

El CONTRATISTA ha de presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, y con suficiente antelación, una propuesta de despiece de las armaduras de todos los elementos a hormigonar.

El despiece ha de contener la forma y medidas exactas de las armaduras definidas en el Proyecto

Ha de indicar claramente el lugar donde se producen los empalmes y el número y longitud de éstos.

Ha de detallar y despiezar todas las armaduras auxiliares.

Todas y cada una de las figuras han de estar numeradas en la hoja de despiece, en correspondencia con el Proyecto

En la hoja de despiece han de ser expresados los pesos totales de cada figura.

Las armaduras se colocarán limpias y exentas de toda suciedad y óxido adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón.

3.10.1.2. Protección contra la corrosión

Se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separados del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

3.10.1.3. Mallas electrosoldadas

Se aplicarán los artículos 35.2, 49.1.2, 49.5.1.4, 49.5.2.4. del Código Estructural y el art. 241 del PG-3.

3.10.2. Acero laminado

Los aceros no aleados laminados en caliente para construcciones metálicas serán de calidad S275 JR según la norma UNE-EN 10025 debiendo cumplir con dichas normas y con las condiciones técnicas generales de suministro de productos siderúrgicos según lo indicado en la Norma UNE-EN 10021.

Estos aceros están destinados a ser empleados exclusivamente en las condiciones previstas por la Norma UNE-EN 10025-1, es decir, a temperaturas ambientales de servicio en estructuras metálicas atornilladas, roblonadas o soldadas, no estando previsto para ser sometidos a tratamientos térmicos salvo los de normalizado o de eliminación de tensiones.

Los perfiles utilizados y la ejecución de las estructuras se ajustarán al Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural. La disposición de los laminados, y

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

su medición se realizará conforme a los valores teóricos de acuerdo con los planos e instrucciones del Proyecto, no considerándose los despuntes, o solapes, ganchos, patillas, etc. que pudieran introducirse.

En aquellos casos que se suministren perfiles ya elaborados, incluirán 2 manos de pintura protectora antioxidante y su medición se realizará por su peso directo.

Cuando no se especifique otra unidad de medición, el acero en perfiles laminados para ejecución de estructuras se medirá por kilos (kg) teóricos colocados según proyecto constructivo.

3.11. HORMIGONES

Se define como hormigón la mezcla en proporciones adecuadas de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones que aquí se definen cumplirán las especificaciones indicadas en el vigente "Código Estructural. Real Decreto y Articulado.", o normativa que la sustituya, así como las especificaciones adicionales contenidas en este artículo.

Esta unidad incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de las superficies que van a recibir la mezcla
- Adquisición de cemento, áridos y agua.
- Fabricación, transporte, puesta en obra y vibrado del hormigón.
- Curado y retirada de los elementos sobrantes de obra.

Estas operaciones se llevarán a cabo para los tipos de hormigón a emplear en cada elemento estructural, según su resistencia característica y clases generales y específicas de exposición definidas de acuerdo con lo indicado en los planos incluidos en el proyecto.

3.11.1. Materiales y Dosificación

Se aplicará el art. 33 del Código Estructural.

El CONTRATISTA adjudicatario de las obras será responsable de la calidad de los materiales utilizados y del cumplimiento de todas las especificaciones establecidas para los mismos en el capítulo VIII del Código Estructural.

La dosificación de cemento se realizará en base al tipo de hormigón a utilizar, respetando las limitaciones siguientes:

a) La cantidad mínima de cemento por metro cubico (m^3) de hormigón será la establecida en la tabla 43.2.1.a del Código Estructural según tipo de hormigón a utilizar.
b) La máxima relación agua/cemento, responsable de la permeabilidad del hormigón, será la establecida en la tabla 43.2.1.a del Código Estructural según tipo de hormigón a utilizar. En caso de utilización de adiciones, los contenidos de cemento no podrán ser inferiores a 200, 250 ó 275 kg/m^3 según se trate de hormigón en masa, armado o pretensado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

c) La cantidad máxima de cemento por metro cubico (m³) de hormigón será de 400 kg. En casos excepcionales y previa autorización de la Dirección Facultativa podrá superarse dicho límite.
d) El cemento utilizado, salvo indicación en contra en el proyecto o especificación técnica particular será del tipo CEMII/B-V-42,5 ó CEMII/A-L42,5. Si por circunstancias especiales se estimara conveniente la utilización de otro tipo de cemento, será indicado expresamente por la Dirección Facultativa.

Los áridos serán de cantera, río o bien procedentes de machaqueo, debiendo estar limpios y exentos de tierra, polvo, arcilla o materia orgánica y cumplir con los requisitos indicados en el art. 30 del Código Estructural.

El tamaño máximo del árido estará limitado en general a 40 mm y su proporción de mezcla definida por porcentaje en peso de cada uno de los diversos tamaños utilizados.

La humedad libre de los áridos deberá ser inferior al 12% no variando en más de un 2% a lo largo de la jornada, debiendo realizarse una comprobación diaria y la corrección consiguiente del agua de amasado antes del comienzo del hormigonado y cuando se observase fluctuaciones constantes de los áridos.

Los áridos deberán encontrarse saturados y superficialmente secos, a fin de obtener un hormigón de la máxima compacidad, manejable, sin segregación, bien ligado y de resistencia exigida.

El agua de amasado que se puede utilizar en el hormigón debe cumplir con los requisitos del art. 29 del Código Estructural.

El uso de cualquier aditivo en el hormigón deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa. Se recomienda utilizar aditivos de un reconocido prestigio de casa de solvencias, debiendo seguir las recomendaciones de uso del fabricante y cumpla lo indicado en el Art. 31 del Código Estructural.

No obstante, cuando un aditivo no se conozca se deberá de hacer ensayos previos de hormigón con carácter comparativo con hormigón sin aditivo, independientemente de la firma que se aplicará el art. 33 del Código Estructural.

3.11.2. Docilidad del hormigón.

Se aplicará el art. 33.5 del Código Estructural.

La docilidad de los hormigones será la necesaria para que con los métodos de puesta en obra y consolidación que se adopten no se produzcan coqueras ni refluya la pasta al terminar la operación.

3.11.3. Fabricación

Se aplicará el art. 51 y 52 del Código Estructural.

Sólo se admitirá el empleo de hormigones fabricados en central y estas instalaciones deberán cumplir con lo estipulado en el Real Decreto 163/2019, de 22 de marzo, por el que se aprueba

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central.

Antes de la primera petición de hormigón a la planta, se comprobará y aprobará por parte de la Dirección Facultativa la dosificación a utilizar para cada tipo de hormigón estructural, verificando que se cumple el Art. 51.3.2 del Código Estructural; realizando el CONTRATISTA para ello los ensayos previos del hormigón fijados en el Art. 57 del Código Estructural, e incluso los ensayos característicos de conformidad con el Anejo nº13 del Código Estructural si la planta no dispusiese de ensayos de contraste donde se pudiera comprobar el historial de resistencias de la planta, para un hormigón preparado siempre con materiales de la misma naturaleza y origen, de la misma instalación y proceso de fabricación. Del resultado de los ensayos se determinará si procede o no aprobar dicha dosificación.

3.11.4. Transporte

Se aplicará el art. 51.4 del Código Estructural.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. A juicio de la dirección de obra se podrá modificar este plazo si se emplean cementos, aditivos o adiciones especiales.

En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado, el tiempo límite deberá ser inferior a una hora, a menos que se adopten medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

Cuando por alguna circunstancia se prevea que vaya a excederse el tiempo límite, se pondrá en conocimiento del CONTRATANTE con la antelación suficiente para que se adopten las medidas oportunas.

No se mezclarán masas de hormigón fresco fabricadas con distintos tipos de cemento.

El transporte a obra podrá hacerse con amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se han de limpiar cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa de hormigón fresco. Se ha de verificar que las paletas no presenten desgastes o que la superficie interior de la cuba sufra cualquier tipo de desperfecto que pueda afectar a la homogeneidad del hormigón.

Cuando el hormigón se amase completamente en central y se transporte en camión hormigonera, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80 % del volumen total de la cuba. Cuando el hormigón se amase, o termine de amasar en el camión hormigonera, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total de la cuba.

3.11.5. Puesta en obra

Se aplicará el art. 51 del Código Estructural.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Antes de iniciar el hormigonado, se procederá a la limpieza de la superficie que estará en contacto con el hormigón por medio de chorro de agua y aire a presión, eliminando seguidamente el agua que se haya depositado. Para ello el CONTRATISTA deberá contar en obra durante todo el tiempo en el que se desarrollen tareas de hormigonado con tantos compresores como tajos simultáneos se prevean hormigonar, más una unidad de reserva.

Las tongadas de hormigón tendrán una altura acorde con la capacidad de compactación de los vibradores, así como con la rigidez de los encofrados. Estos últimos resistirán suficientemente los esfuerzos provocados por el hormigón fresco en las peores condiciones.

Se adoptarán las medidas necesarias para evitar que el hormigonado quede interrumpido, si bien en aquellos casos en que resulte inevitable se colocarán varillas corrugadas para unir las partes seccionadas, cumpliendo las condiciones marcadas en el Código Estructural de anclaje y solapo.

3.11.6. Autorización

Previo a la petición del hormigón a la planta por parte del CONTRATISTA y siempre antes de iniciarse ninguna actividad de transporte de hormigón, el CONTRATANTE o quien designe, procederá a la revisión de los tajos para determinar la aceptación del hormigonado de la misma, rellenando el PPI de Autorización de Hormigonado, registrado dentro del Plan de Calidad del CONTRATANTE. Los aspectos a considerar serán los siguientes:

- Control de calidad
- Limpieza de tajos
- Colocación de la armadura
- Encofrados
- Elementos embebidos
- Control topográfico
- Equipos de vibración

Además de los puntos de inspección semejantes a la ejecución de la zapata, en el caso del pedestal o segunda fase de hormigonado, el CONTRATANTE no autorizará el hormigonado hasta no disponer de resultados de los ensayos del hormigón con resistencias a compresión aceptables, así como rellenado el correspondiente PPI de comprobación de nivelación de virolas o pernos de anclaje, registrado dentro del Plan de Calidad del CONTRATANTE.

3.11.7. Vertido

Se aplicará el art. 52.1. del Código Estructural.

El vertido del hormigón se realizará con bomba salvo autorización expresa del CONTRATANTE.

En ningún caso se permitirá el vertido libre de hormigón desde alturas superiores a un metro cincuenta centímetros (1.50m), quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de un metro dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El extendido del hormigón se ejecutará desde una esquina de la zapata hacia la opuesta, de modo que el avance se lleve en toda la altura de la tongada, escalonadamente y en diagonal, procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones, y se permita la correcta unión de las tongadas. No se colocarán en obra tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa, acorde a la capacidad de los vibradores y la rigidez de los encofrados.

3.11.8. Compactación

Se aplicará el art. 52.2 del Código Estructural.

La compactación del hormigón se realizará mediante el empleo de vibradores internos cuya frecuencia no sea superior a seis mil ciclos por minuto. Para ello el CONTRATISTA deberá contar desde antes de comienzo del hormigonado y durante todo el tiempo que dure este proceso, con al menos tres vibradores de aguja de 60 mm mínimo, más una unidad de reserva, para que, en caso de avería, pueda continuarse con el hormigonado. Igualmente se comprobará que existen grupos electrógenos y/o convertidores de frecuencia de reserva. El CONTRATISTA dispondrá de tantos equipos de vibración (grupos electrógenos y vibradores) como tajos simultáneos se prevean hormigonar, incluidos las unidades de reserva.

La compactación del hormigón se llevará a cabo con un procedimiento adecuado a la consistencia de la mezcla y de tal manera que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. Este proceso deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie, sin que el vibrador llegue a entrar en contacto con ellos.

Los vibradores deberán sumergirse verticalmente en la tongada a compactar hasta que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no superen los diez centímetros por segundo.

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante. Como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo que vibrar en pocos puntos prolongadamente.

3.11.9. Curado y acabado de superficies

Se aplicarán el art. 53.2 y art. 53.3 del Código Estructural.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, debe asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo, adoptando para ello las medidas adecuadas en función del tipo, clase y categoría del cemento, de la temperatura y del grado de humedad del ambiente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El CONTRATISTA deberá presentar para su aprobación por la Dirección Facultativa el proceso de curado y el tratamiento del acabado superficial.

En general, el proceso de curado debe prolongarse hasta que el hormigón haya alcanzado, como mínimo, el 70% de su resistencia de proyecto.

Los principales métodos para el curado del hormigón son los siguientes:

- Protección con láminas de geotextil.
- Protección con materiales humedecidos.
- Riego con agua
- Aplicación de productos de curado que formen una membrana de protección.

Se recomienda empezar el curado a partir de las 2-3 horas de que el hormigón haya fraguado.

El producto químico de curado ha de ser aprobado por la Dirección de Obra y se aplicará sobre el hormigón fresco inmediatamente después del vertido, vibrado y acabado superficial, según especificaciones y recomendaciones del suministrador.

Las superficies vistas de las estructuras, una vez desencofradas, no presentarán defectos superficiales, irregularidades, fisuras o coqueras que perjudiquen al comportamiento de la obra o su aspecto exterior.

Ante la presencia de defectos superficiales o irregularidades en la superficie de acabado, la Dirección Facultativa procederá a su inspección y mapeo, tras la cual, notificará al CONTRATISTA, para que esté presente las medidas a tomar de cara a su reparación y sean aprobadas por la Dirección Facultativa.

Ante la presencia de coqueras o fisuras, el CONTRATISTA deberá presentar un estudio más detallado, elaborado por un técnico competente y el procedimiento de reparación, para su aprobación por la Dirección Facultativa.

La superficie superior deberá presentar un acabado liso, carente de rugosidades. Si dicha superficie presentara grietas o fisuras de hormigón que pudieran provocar deterioro por oxidación de la armadura se procederá a su reparación previa aprobación de la Dirección Facultativa, según lo expuesto en los párrafos anteriores.

La evaluación del acabado de la cimentación, los productos a utilizar y procedimientos para la reparación deberán seguirse acorde a las normas UNE 1504-1 a UNE-EN 1504-10

La reparación de dichas grietas o fisuras se realizará por el CONTRATISTA siempre en presencia de la Dirección Facultativa y el CONTRATANTE o quien designe.

3.11.10. Hormigonado en tiempo frio

Se aplicará el art. 52.3.1. del Código Estructural y el 610 del PG-3.

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de su vertido, será igual o superior a 5 ºC.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Con anterioridad a la elaboración del hormigón se deberán realizar una serie de comprobaciones en la planta de hormigón:

- En el caso en el que los áridos sean acopiados en tolvas u otro sistema que los mantengan a la intemperie, estos deberán estar resguardados de las bajas temperaturas por medio de lonas, carpas, etc.
- Se deberá controlar la temperatura de los componentes principales del hormigón, áridos, cemento y agua.
- Dependiendo de la temperatura ambiente y la de los componentes, a criterio de la dirección de obra, se realizará una amasada de prueba en la planta y se tomará la temperatura de dicha muestra. En el caso en que la temperatura de la muestra sea inferior a 5 ºC o que, a pesar de ser superior, se estimara que podría descender durante el transporte, se deberá solicitar permiso al CONTRATANTE para el empleo de aditivos anticongelantes.

Queda terminantemente prohibido el vertido de hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0ºC.

En el caso de necesidad de hormigonado en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas en las características resistentes de los materiales. En el caso de que se produzcan algún tipo de daños, deberán realizarse los ensayos de información necesarios especificados en el Código Estructural, para estimar la resistencia real y, en su caso, adoptar las medidas oportunas.

Para mantener las condiciones favorables de temperatura durante el fraguado se instalarán sistemas que aíslen el hormigón, como pueden ser dispositivos de cobertura o aislamiento, lonas o plásticos, etc., o una combinación de estos con sistemas de calefacción.

Si se fuese a utilizar aditivos anticongelantes se requerirá una autorización expresa por parte del CONTRATANTE. No se podrán utilizar productos que ataquen a la armadura.

En todo momento se dispondrán sondas de temperatura y termómetros de máxima y mínima para controlar la temperatura tanto ambiente como del hormigón, tanto en su fase de puesta en obra como durante la primera fase de endurecimiento.

3.11.11. Hormigonado en tiempo caluroso

Se aplicará el art. 52.3.2. del Código Estructural.

Debe tratarse de asegurar que la temperatura del hormigón en el momento del vertido sea inferior a 35ºC en estructuras normales y de 15ºC en caso de grandes masas de hormigón.

Cuando el primer hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, especialmente durante el transporte del hormigón, y para reducir la temperatura de la masa de hormigón. En este sentido se procurará que la masa llegue a la obra con la menor temperatura posible, para lo cual se procederá en planta a la conservación de los componentes del hormigón a temperatura

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

moderada, protegiéndolos de la acción directa del sol y, en caso necesario, al enfriamiento de los áridos y del agua de amasado.

Igualmente, los encofrados o moldes destinados a recibir el hormigón deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez colocado el hormigón éste se protegerá del sol y especialmente del viento para evitar que se deseque.

Respecto al curado del hormigón, se recomienda su riego con agua, estableciéndose el tiempo de curado entre 3 y 14 días, dependiendo del volumen de hormigón y la forma de la pieza.

3.11.12. Hormigones tipo

Como norma general se emplearán hormigones tipo HM-20 en hormigones de limpieza y rellenos de hormigón en masa y del tipo HA-25, HA-30 y HA-45 en zapatas, pedestales y otras para obras de hormigón armado.

3.11.13. Nivelación del fondo de excavación.

El CONTRATISTA podrá emplear cualquier procedimiento de ejecución que garantice que la superficie queda perfectamente plana y el espesor del hormigón de limpieza en cualquier punto de la excavación es de 10 cm (en ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular). En cualquier caso, el procedimiento de ejecución deberá contar con la aprobación previa del CONTRATANTE.

El espesor del hormigón de limpieza se determinará como diferencia entre la cota del fondo de excavación y la cota superior del hormigón de limpieza una vez endurecido.

Se procederá al vibrado del hormigón de limpieza por medio de reglas vibrantes.

3.11.14. Durabilidad

Se aplicará el arts. 43 y 44 del Código Estructural.

La durabilidad de una estructura de hormigón es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y solicitaciones consideradas en el análisis estructural.

Los recubrimientos mínimos serán los indicados en los planos de proyectos. En caso de ausencia de los mismos se aplicará lo contemplado en el art. 44.2.1 del Código Estructural.

3.12. MORTEROS (GROUT)

En general se seguirán las indicaciones del art. 611 del PG-3.

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por el director de las obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los morteros utilizados requieren las siguientes características: sin retracción; de altas resistencias tempranas incluso a bajas temperaturas; buena fluidez y trabajabilidad a diferentes temperaturas; expansión controlada y gran adherencia; alta resistencia mecánica. Termorresistente; muy baja inclusión de aire o burbujas; resistencia a ambientes agresivos; fácil aplicación y puesta en servicio bombeado o vertido.

El mortero grout fabricado industrialmente predosificado y que es mezcla de aglomerantes cementosos, agua, áridos de granulometría muy fina, alguna carga mineral y aditivos, debe ser aprobado previamente por el director de las Obras.

Preparación superficial

La superficie del sustrato deberá estar exenta de aceite, grasa o cualquier material adherente suelto. Si la superficie del hormigón fuera defectuosa o tuviera una lechada cementosa, esta debe ser eliminada hasta lograr una base sana. Los agujeros para los pernos deben estar limpios de suciedad o residuos.

Saturación con agua

Al menos dos horas antes de colocar el mortero, la superficie limpia deberá ser cubierta de agua potable. Justo antes de que el vertido de lechada se lleve a cabo, deberá ser retirada el agua en exceso. Se deberá tener cuidado con la obturación de los agujeros.

Placa de asiento

Es necesario que esté limpia y exenta de aceite, grasa o cascarilla. Placas de nivelación

Si es necesario extraerlas una vez endurecido el material, éstas deberán ser tratadas con una fina capa de grasa.

Encofrado

El encofrado deberá construirse a prueba de fugas dada la alta fluidez de los morteros. Para ello todas las juntas del propio encofrado deberán estar perfectamente selladas.

Es necesario también que la parte superior del mismo, supere el nivel final de relleno, para facilitar de esta forma el posterior curado con agua.

Debe minimizarse la superficie expuesta de mortero de cimentación. Generalmente la anchura del hueco entre el perímetro del encofrado y la placa no debe exceder de 150 mm en el lado del vertido y 50 mm en el lado opuesto. No deben quedar huecos en los laterales.

Mezcla

Si se utiliza mortero fabricado industrialmente no debe añadirse cemento, arena u otros materiales que afecten a las propiedades de este producto. Mezclar sacos completos exclusivamente. Utilizar uno o más máquinas de mezclado (se recomienda mezcladores de ciclo forzado), para permitir las acciones de mezclado y aplicación simultáneamente sin interrupciones. Mezclar solo con agua potable.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.12.1. Colocación

Debe ser instalado por contratistas experimentados y con la formación adecuada. Aprobado previamente por el director de las Obras y aceptado por el CONTRATANTE.

3.12.2. Curado

Para completar la operación, las zonas expuestas al aire deberán ser curadas. Esto se debería hacer mediante la membrana de curado, una aplicación continua de agua y/o arpillera húmeda.

3.12.3. Limpieza

Todas las herramientas y equipos podrán limpiarse simplemente con agua, inmediatamente después de su utilización. Si el material se ha endurecido deberá limpiarse mecánicamente, o con una solución.

3.12.4. Limitaciones

No deberá utilizarse el producto a temperaturas inferiores a +2 ºC o superiores a 30 ºC.

El soporte debe estar libre de hielo.

Cuando la temperatura del aire o de la superficie de contacto es de 5 ºC o menor, se recomienda agua caliente (30-40 ºC) para acelerar el desarrollo de resistencias.

A temperaturas superiores a 35 ºC el mortero debe ser almacenado en lugar sombrío y se utilizará para su amasado agua a una temperatura inferior a 20 ºC.

La unidad de medición es el metro cúbico (m3).

3.13. ENCOFRADOS Y CIMBRAS

3.13.1. Tipos de encofrados.

En general se seguirán las indicaciones de los artículos 48.3 y 65.4 del Código Estructural y del art. 680 del PG-3.

Los encofrados o cimbras podrán ser de madera, metálicos o de cualquier material cuya deformidad sea moderada, uniforme y controlable. Se prohíbe explícitamente el uso de aluminio en moldes que deban estar en contacto con el hormigón, así como encofrados que no presenten una superficie plana y encofrados con irregularidades.

Tanto los encofrados como las cimbras, así como las uniones de sus diferentes elementos, resistirán sin deformaciones aquellas sobrecargas y acciones de cualquier naturaleza que pudieran producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de construcción.

Se comunicará por parte del CONTRATISTA a la Dirección de Obra, el tipo de encofrado a utilizar, si metálico o modular de alguna casa comercial. En ambos casos, se facilitará certificado de resistencia en las condiciones de uso establecidas para la construcción de los elementos de hormigonado de parque.

El forro del encofrado o elementos de cierre de las diferentes partes modulables del encofrado se realizará de forma tal que no permita el paso del mortero a través de sus juntas, durante el proceso de vibrado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los espesores del forro del encofrado, no serán inferiores a los límites siguientes:

- Chapa metálica .....3 mm
- Paneles de aglomerado .....21 mm
- Tabla cepillada o machihembrada .....22 mm

3.13.2. Desencofrados y descimbrados.

En general se seguirán las indicaciones del Art. 53.1 del Código Estructural y del Art. 681 del PG-3.

No se realizará ningún desencofrado o descimbrado antes de que el hormigón haya adquirido una resistencia 3 veces superior a la necesaria para soportar los esfuerzos producidos. En cualquier caso, el desencofrado o descimbrado deberá ser autorizado por la Dirección de Obra.

Los plazos mínimos entre el final del hormigonado y el desencofrado, serán los siguientes:

- Encofrados laterales..... 3 días
- Fondos de forjados y vigas ..... 20 días
- Descimbrado ..... 28 días

Para facilitar las labores de desencofrado podrán utilizarse productos desencofrantes, aplicados en la superficie del encofrado, acorde al art. 48.4 del Código Estructural, pero no deberán dejar manchas en el hormigón ni contendrán sustancias nocivas para el mismo.

Los moldes usados y que vayan a servir para utilizaciones sucesivas, serán limpiados y reparados una vez desencofrados. Para parques eólicos, no se permitirá abolladuras

3.13.3. Condicionante de durabilidad, nº de puestas.

Los condicionantes de durabilidad de los encofrados no sobrepasarán las 30 puestas para cada uno de los elementos. Cualquier elemento con abolladuras, agujeros, desoldaduras o defecto visible, se rechazará aun no llegando al número considerado de puestas. De acuerdo al seguimiento efectivo del número de puestas, el CONTRATISTA deberá certificar a la Dirección de Obra, el número de puestas del encofrado y parques de utilización, llevando un histórico de utilización.

Para parques con un número mayor de cimentaciones de 20, se exigirá la utilización de encofrados nuevos.

3.13.4. Certificaciones.

Al comienzo de las obras se exigirá un certificado por parte del CONTRATISTA, que el encofrado cumple las condiciones del pliego, cumple nº de puestas y asegure que no sufrirá ningún fallo en la ejecución de dicho parque. Se considera que las condiciones del pliego son mínimos recomendados. En el caso de que se trate de encofrados circulares modulares de una casa comercial, se exigirá el mismo certificado para la autorización del hormigonado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.13.5. Penalizaciones.

Aún en contraposición o no de los puntos anteriores, el CONTRATISTA asumirá en caso de fallo de los elementos de encofrado todos los daños derivados, demoliciones, virolas, posibles estudios y ejecución de reparaciones de pedestales, así como el retraso debido a la parada de producción de energía eléctrica prevista para el parque eólico, con un mínimo de dos semanas.

3.14. ENTIBACIÓN

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el CONTRATISTA podrá proponer al director de las Obras y al coordinador de H&S efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El director de las Obras y el coordinador de H&S podrán autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el director de las Obras o el coordinador de H&S, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al CONTRATISTA la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación independiente

3.15. ELEMENTOS PREFABRICADOS

Se colocarán piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado, en todos aquellos puntos indicados en el proyecto validados por la Dirección Facultativa o quien designe el CONTRATANTE. Se seguirán las indicaciones del Arts. 54 y 62 del Código Estructural.

Como norma general, dichas piezas se fabricarán en talleres debidamente equipados, los cuales presentarán un expediente de dichos elementos en el que se recojan las características esenciales de los mismos, tales como:

- Calidad del hormigón
- Calidad del acero
- Dimensiones y tolerancias
- Solicitaciones de cálculo
- Precauciones durante su montaje
- Condiciones de curado

Durante el proceso de carga, transporte y montaje o colocación, los elementos prefabricados deberán suspenderse y apoyarse en los puntos previstos, a fin de que no se produzcan solicitaciones desfavorables.

Las formas y dimensiones de las piezas prefabricadas, se ajustarán perfectamente a las indicaciones del proyecto, así como al cuerpo de la obra a ensamblar, siendo recibidos todos aquellos cuerpos que requieran su unión

3.16. SEÑALIZACION, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

3.16.1. Marcas Viales

Para el presente art. será de aplicación, junto con lo aquí preceptuado, lo especificado en el Art. 700 "Marcas Viales" del PG-3, según la redacción del mismo contenida en la ORDEN FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, y la Orden FOM/510/2018 de 8 de mayo, por la que se

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

3.16.1.1. Tipos

Las marcas viales a emplear serán, de acuerdo con los tipos señalados en la norma UNE- EN 1436, las siguientes:

- Permanente: Marca vial de color blanco, utilizada en la señalización horizontal de carreteras con tráfico convencional.
- Retrorreflectante: estructurada diseñada específicamente para mantener la retrorreflexión en seco, con humedad y lluvia.
- Sonora: Marca vial con resaltes que produce vibraciones.

3.16.1.2. Materiales

Consideraciones generales

El material base podrá estar constituido por termoplásticos de color blanco, con microesferas de vidrio de premezclado. Las marcas provisionales de obra serán amarillas de pintura acrílica.

La retrorreflexión de la marca vial en condiciones de humedad o de lluvia podrá reforzarse por medio de propiedades especiales en su textura superficial, por la presencia de microesferas de vidrio.

Criterios de selección

El director de las Obras, definirá los materiales más idóneos para la aplicación del sistema de señalización vial horizontal en cada uno de los tramos en los que pueda diferenciarse la obra.

Las marcas termoplásticas se extenderán mediante pulverización. Podrá emplearse otro sistema siempre que resulta apropiado según la tabla 700.10 del PG-3 con la aprobación del Director de Obra, y sin que este otro sistema suponga una alteración del precio de la unidad.

3.16.1.3. Maquinaria de puesta en obra

Características y requisitos

Se usará una máquina pinta-bandas capaz de controlar automáticamente la dosificación y homogeneidad. Contará con depósito calefactado de capacidad mínima de trescientos litros.

3.16.1.4. Ejecución

El director de las Obras, establecerá las medidas de seguridad y señalización a utilizar durante la ejecución de las obras, de acuerdo con la legislación que en materia de seguridad viaria, laboral y ambiental esté vigente.

La pintabandas tendrá un avisador luminoso rotatorio y señal acústica de marcha atrás y se prohibirá la circulación cuesta abajo en punto muerto. Se comprobará que la cabina y la máquina estén limpias antes de iniciar los trabajos: sin restos de grasas o barro. No se ejecutarán trabajos con baja visibilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Preparación de la superficie existente

El director de las Obras, podrá fijar las operaciones de preparación de la superficie de aplicación, ya sean de reparación, propiamente dichas, o de aseguramiento de la compatibilidad entre el sustrato y el nuevo sistema de señalización vial horizontal.

Eliminación de las marcas viales

Queda expresamente prohibido el empleo de decapantes y procedimientos térmicos para la eliminación de las marcas viales. Para ello, deberá utilizarse el microfresado u otro método autorizado por el director de las Obras: agua a presión, o proyección de abrasivos.

Enmascaramiento de las marcas viales

Cuando por razones de temporalidad no sea imprescindible la eliminación de las marcas viales, sino simplemente su enmascaramiento durante un corto período de tiempo, se deberán utilizar materiales o sistemas que además de cubrir el color de la marca, sean absorbentes de la luz para evitar su brillo especular y la reversión de contraste. El producto será fácil de eliminar.

3.16.1.5. Control de calidad

Control de la unidad terminada

Métodos de ensayo

El control de calidad de las marcas viales durante el período de garantía de las obras podrá efectuarse de forma puntual, con equipos portátiles, o de manera continua, con equipos dinámicos de alto rendimiento (norma UNE-EN 1436), pudiendo emplearse complementariamente ambos métodos.

El director de las Obras, deberá especificar la frecuencia, así como cuál de los dos métodos, o su combinación, deberá emplearse para llevar a cabo el control de calidad de la unidad terminada.

3.16.2. Señales y Carteles Retrorreflectantes Verticales De Circulación

Será de aplicación, lo especificado en el Art. 701 "Señales y carteles verticales de circulación retrorreflectante" del PG-3, según la redacción del mismo contenida en la ORDEN FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

3.16.2.1. Tipos

Las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes se clasifican, en función de:

- su objeto, como de advertencia de peligro, de reglamentación o de indicación.
- su clase de retrorreflexión

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.16.2.2. Materiales

Consideraciones generales

Para los componentes de señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes se utilizarán materiales que cumplan las prescripciones referentes a características, durabilidad, calidad y servicio especificadas en este artículo.

Material retrorreflectante

Los materiales retrorreflectantes utilizados en la fabricación de señales y carteles verticales de circulación, seleccionados según se especifica en la vigente Norma 8.1-IC, "Señalización vertical".

Los materiales retrorreflectantes constituidos por microesferas, serán conformes con las características visuales (coordenadas cromáticas, factor de luminancia, coeficiente de retrorreflexión, durabilidad) y de resistencia a la caída de una masa, de la norma UNE-EN 12899-1.

Los materiales microprismáticos, cumplirán las características de las normas UNE-EN 12899-1 y UNE 135340.

Acreditación de los materiales

Se exigirá un certificado de conformidad emitido por un organismo de certificación, en el que se especifique el grado de cumplimiento de los elementos, conforme a la norma UNE 135340.

Criterios de selección de la clase de retrorreflexión

La clase de retrorreflexión de los materiales retrorreflectantes utilizados en señales y carteles verticales de circulación, se seleccionarán según se especifica en la vigente Norma 8.1-IC "Señalización vertical".

3.16.2.3. Ejecución

Replanteo

Previamente al inicio de la obra, se llevará a cabo un cuidadoso replanteo que garantice una terminación de los trabajos acorde con las especificaciones del Proyecto.

Limitaciones a la ejecución

El director de las Obras, fijará el procedimiento de instalación y el tiempo máximo de apertura al tráfico autorizado, así como cualquier otra limitación en la ejecución definida en el Proyecto en función del tipo de vía, por la ubicación de las señales y carteles, o cualquier otra circunstancia significativa que incida en la calidad y durabilidad del elemento o en la seguridad viaria.

3.16.2.4. Control de calidad

El director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá comprobar, sobre una muestra representativa de los materiales suministrados, que la marca, referencia y características de los mismos se corresponde con la declarada en la documentación que los acompaña, en especial en las dimensiones de las señales y carteles verticales, así como la clase de retrorreflexión del material.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Ensayos de comprobación

Antes de proceder a la instalación de los carteles y señales, el director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá comprobar su calidad mediante la realización de los ensayos de características fotométricas y colorimétricas en la muestra correspondiente, que se evaluarán según lo especificado al respecto en la norma UNE-EN-12899-1.

3.16.2.5. Control de la unidad terminada

Consideraciones generales

El director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá comprobar tantas veces como considere oportuno, durante el período de garantía de las obras, que las señales y carteles instalados cumplen las características esenciales y especificaciones descritas en este artículo.

3.16.3. Barreras de seguridad y pretiles

Para el presente art. será de aplicación, la ORDEN FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

A su vez se tendrá en cuenta lo establecido en Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.

3.16.3.1. Tipos

Las barreras de seguridad y pretiles se clasifican, según el comportamiento del sistema, de acuerdo con los criterios, parámetros y clases definidos en las normas UNE-EN 1317-1 y UNE-EN 1317-2.

Según su geometría y funcionalidad las barreras se clasifican en simples y dobles, en función de que sean aptas para el choque por uno o por ambos de sus lados.

Los sistemas para protección de motociclistas se clasifican, según su comportamiento, de acuerdo con los criterios, parámetros y clases definidos en la norma UNE 135900.

3.16.3.2. Materiales

Barreras y pretiles

Las barreras de seguridad y los pretiles podrán fabricarse en cualquier material, siempre que el sistema disponga del correspondiente marcado CE, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 1317-5.

El tipo de barreras y pretiles serán los siguientes:

- Tipo 1: contención H2 y anchura de trabajo W3.
- Tipo 2: contención N2 y anchura de trabajo W3.
- Tipo 3: contención N2 con protección a motoristas
- Tipo 4: contención H2 y anchura de trabajo W2
- Tipo 5: contención H3 y anchura de trabajo W2.

Características de las barreras

No podrán emplearse los siguientes elementos:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Barreras de seguridad o pretiles de nivel de contención N1.
- Barreras de seguridad o pretiles con índice de severidad C.
- Barreras de seguridad con anchura de trabajo W8.
- Barreras de seguridad con deflexión dinámica superior a dos metros y medio (>2,5 m).

El terreno de sustentación a considerar será una zahorra artificial ZA 0/20, conforme al art. 510 del PG-3, con una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

3.16.4. Señalización de obra

3.16.4.1. Definición

Será de aplicación lo establecido en el Presente documento, en lo referente a las características de los elementos y ejecución de las obras, y lo indicado en la Norma 8.1- IC y en la Norma 8.3-IC. También serán de aplicación las Recomendaciones y Ordenes Circulares de la Dirección General de Carreteras sobre la materia.

El adjudicatario de las obras deberá mantener en todo momento las actuales carreteras o caminos abiertos al tráfico en buenas condiciones de seguridad y comodidad, ateniéndose a lo previsto en el Art. 104.9 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (Orden del Ministerio de Obras Públicas de 28 de septiembre de 1989 B.O.E. 9-10-89) en lo relativo a señalización, balizamiento y defensa.

Toda la señalización de la obra necesitará la aprobación por parte del recurso preventivo y debe estar recogida en el plan de tráfico.

Se construirán los desvíos que sean necesarios para salvar los tramos de obra en que no sea posible mantener el tráfico, siempre con las condiciones técnicas que indique el director de las Obras.

Las señales verticales, carteles y demás elementos de señalización, balizamiento y defensa, serán susceptibles de varios empleos, siempre que se encuentren en perfecto estado a juicio del director de las Obras, aunque en su primera utilización en la obra serán de primer uso.

Todas las señales verticales para señalización provisional serán retiradas una vez finalizado su uso y trasladadas a almacén de depósito. Serán de chapa metálica, no permitiéndose en ningún caso estampados sobre tela, papel o soluciones análogas. Llevarán un soporte resistente a la corrosión

En lo no previsto en este art. se estará a lo dispuesto en la Norma 8.3-I.C. sobre "Señalización de Obras" y disposiciones complementarias.

El CONTRATISTA de la obra determinará las medidas que deberán adoptarse en cada ocasión. El director de las Obras podrá introducir las modificaciones y ampliaciones que considere adecuadas para cada tajo, mediante las oportunas órdenes escritas, las cuales serán de obligado cumplimiento por parte del CONTRATISTA. Podrá igualmente el Ingeniero Director de las Obras ordenar esos medios de oficio.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Sin perjuicio de los dispuesto en los artículos 104 y 106 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, no deberán iniciarse actividades que afecten a la libre circulación por una vía fuera de poblado sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y, en su caso, defensa.

La señalización, balizamiento y, en su caso, defensa deberán ser modificadas e incluso retiradas por quién las colocó, tan pronto como varíe o desaparezca el obstáculo a la libre circulación que originó su colocación, y ello cualquiera que fuere el periodo de tiempo en que no resultaren necesarias, especialmente en horas nocturnas y días festivos.

Tanto la adquisición como la colocación, conservación y especialmente la retirada de la señalización, balizamiento y, en su caso, defensa de obras a que se refiere el presente documento serán de cuenta del CONTRATISTA que realice las obras o actividades que las motiven.

El responsable de Seguridad y Salud de la empresa constructora es el responsable de la colocación, mantenimiento y retirada de la señalización de obra.

Cuando no sean debidamente retirados o modificados los elementos según lo indicado, se podrá retirar la señalización, balizamiento y, en su caso, defensa pasando el oportuno cargo de gastos al CONTRATISTA causante, quien no podrá reemprender las obras sin abonarlos ni sin restablecer aquéllas. En caso de impago se podrá actuar según se disponga en Contrato.

Los elementos para la señalización de obra tendrán la forma y colorido que se indican en la norma 8.3- I.C., y en cuanto al resto de características cumplirá lo indicado en el presente documento para señalización vertical y demás unidades asimilables. Los elementos de señalización serán de primer uso cuando se apliquen a la obra.

Todos los elementos de señalización, balizamiento y defensas provisionales deben ser retirados por el CONTRATISTA cuando dejen de ser necesarios.

4. CONTROL DE CALIDAD

4.1. PRUEBAS MÍNIMAS

La dirección de las obras podrá ordenar la ejecución de cuantos ensayos o pruebas considere convenientes para garantizar la calidad de los materiales y la correcta ejecución de las obras.

Los ensayos podrán ser realizados por un laboratorio oficial y cuando no sea posible deberán ser realizados por el laboratorio que designe la Dirección Facultativa de las obras y el CONTRATANTE. Con independencia de estos ensayos el CONTRATISTA podrá realizar o encargar a su cargo los ensayos que estime convenientes.

Los gastos ocasionados por pruebas indicadas serán a cargo del CONTRATISTA. Los ensayos ordenados por la Dirección Facultativa de las obras cuyo resultado sea negativo, serán en todo caso de cuenta del CONTRATISTA.

4.2. TOLERANCIAS

Los errores máximos permitidos serán:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Entre ejes de replanteo y ejes de cimentaciones reales 2 mm
- En nivelación de superficies de cimentaciones 5 mm
- En nivelación de carreteras y viales 10 mm
- En nivelación de explanaciones 50 mm
- En hincado de perfiles de estructura: Según fabricante

4.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

4.3.1. Rellenos en caminos y plataformas

4.3.1.1. Materiales

El material de relleno en terraplén será de la propia excavación siempre que cumpla lo establecido en el art. 330 del PG-3 para los suelos adecuados o seleccionados.

Inicialmente, cada 1000 metros de camino, o cada 5.000 m³ si es material procedente de la propia excavación o 3.000 m³ si es material procedente de préstamos (el más restrictivo), se acreditará el material a utilizar mediante los ensayos siguientes:

- Análisis granulométrico, según norma UNE-EN ISO 17892-4
- Determinación límites de Atterberg, según normas UNE 103103 y UNE 103104
- Humedad mediante secado en estufa, según norma UNE-EN ISO 17892-1
- Ensayo CBR, según norma UNE 103502
- Proctor modificado, según norma UNE 103501
- Contenido de materia orgánica, según norma UNE 103204
- Contenido de sales solubles, según norma UNE 103205
- Equivalente de arena, según norma UNE 103109
- Resistencia al desgaste de los Ángeles, según norma UNE-EN 1097-2
- Contenido de yeso en suelos, según norma UNE 103206
- Ensayo de colapso en suelos, según norma UNE 103406
- Ensayo de hinchamiento libre en edómetro, según norma UNE 103602

Si de los resultados de los ensayos resultara que el material no cumple los requisitos para suelos adecuados o seleccionados, sería necesario la colocación de 0,50 metros de espesor de pedraplén o suelo seleccionado procedente de otras excavaciones, o de préstamos.

Cuando no se hubieran realizado ensayos, se colocarán 0,50 metros de espesor de pedraplén o suelo seleccionado de otras excavaciones, o de préstamos.

No se admitirá ninguna reclamación económica por parte del **CONTRATISTA** motivada por cualquier extra coste en el que pudiera incurrir como resultado del cumplimiento con estos requisitos, siendo su responsabilidad el haber realizado con anterioridad a la adjudicación cuantos estudios fueran necesarios para determinar las características de los materiales a emplear en la ejecución de las subbases y bases de los caminos y plataformas del parque.

4.3.1.2. Ejecución

Los controles de compactación en los rellenos de caminos se realizarán cada 500 metros lineales, con densidades in-situ mediante el método nuclear, según norma UNE 103900. En

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ausencia de otro valor en el proyecto, se exigirá una compactación de densidad igual o superior al 95% de la obtenida en el ensayo Proctor Modificado y una humedad del ±2 % sobre la humedad óptima.

4.3.2. Relleno de zanjas.

La arena utilizada en el relleno de zanja deberá cumplir el art. 30 del Código Estructural en lo relativo al árido fino.

Antes de su utilización se realizará una identificación del material, con los ensayos que se indican en el art. mencionado para verificar su adecuación al huso definido en proyecto. En ausencia de otra indicación deberá cumplir con los ensayos granulométricos de la normativa.

4.3.3. Relleno de cimentaciones

Los controles de compactación en rellenos de cimentaciones se realizarán, con densidades in-situ mediante el método nuclear, según norma UNE 103900. En ausencia de otro valor en el proyecto, se exigirá una compactación de densidad igual o superior al 98% de la obtenida en el ensayo Proctor Modificado y una humedad del ±2 % sobre la humedad óptima.

4.3.4. Subbase y bases en caminos y plataformas

4.3.4.1. Materiales (zahorras)

Antes de su utilización se realizará una identificación del material, con los ensayos que se indican en el art. 510 del PG-3 para verificar su adecuación al huso definido en proyecto:

- Análisis granulométrico, según norma UNE-EN ISO 17892-4
- Proctor modificado, según norma UNE 103501
- Ensayo CBR, según norma UNE 103502
- Determinación límites de Atterberg, según normas UNE 103103 y UNE 103104
- Equivalente de arena, según norma UNE 103109
- Resistencia al desgaste de los Ángeles, según norma UNE-EN 1097-2
- Índice de lajas y caras de fractura, según UNE EN 933-3 y 933-5
- Coeficiente de limpieza y terrones de arcilla, según UNE 146130 y UNE 7286.

4.3.4.2. Ejecución

Si el material utilizado no estuviese en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad homologado, durante la ejecución de la obra y cada 2.500 m³ se realizarán los ensayos anteriormente -señalados, para comprobar que el material no cambia de características.

Los controles de compactación de zahorras en **viales** se realizarán cada 500 metros, con densidades in-situ mediante el método nuclear, según norma UNE 103900 y Placa de Carga según norma UNE 103808. En ausencia de otro valor en el proyecto, se exigirá una compactación de densidad igual o superior al 98% de la obtenida en el ensayo Proctor Modificado y una humedad del ±2 % sobre la humedad óptima.

Los controles de compactación de zahorras en **plataformas** se realizarán mediante un ensayo de placa de carga según norma UNE 103808 en cada una de las plataformas (4 ensayos mínimo). La Dirección de Obra definirá la ubicación en la plataforma del equipo de ensayo. La tolerancia máxima permitida será la establecida en las especificaciones técnicas del

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

suministrador de aerogeneradores. Se realizarán densidades in-situ mediante el método nuclear, según norma UNE 103900 y en ausencia de otro valor en el proyecto, se exigirá una compactación de densidad igual o superior al 100% de la obtenida en el ensayo Proctor Modificado y una humedad del ±2 % sobre la humedad óptima.

Los ensayos de control de calidad y supervisión en los accesos a los parques e instalaciones se realizarán según especificaciones de la administración con competencia y jurisdicción.

4.4. HORMIGONES

Para garantizar las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIII del Código Estructural, se realizará un control de ejecución a nivel normal conforme al Capítulo XIV de la mencionada instrucción.

Previo del suministro del hormigón, se deberá realizar una inspección a las instalaciones de fabricación de las instalaciones por parte de la Dirección Facultativa o quien designe el CONTRATANTE, que comprobara la idoneidad de la fabricación conforme con lo indicado en el art. 51.2 del Código Estructural y las disposiciones del Real Decreto 163/2019, de 22 de marzo, por el que se aprueba la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central.

4.4.1. Componentes

4.4.1.1. Agua de amasado

Antes de comenzar el proceso de hormigonado o cuando cambie la naturaleza de la misma durante la ejecución, se comprobará la idoneidad del agua para el hormigón y si no es agua potable de red de suministro, se realizarán los correspondientes ensayos en un laboratorio de control de los contemplados en el apartado 56.3. del Código Estructural, que permitan comprobar el cumplimiento de las especificaciones del art. 29 del Código Estructural con una periodicidad semestral.

4.4.1.2. Áridos

Antes de comenzar el proceso de hormigonado o cuando cambie la naturaleza durante la ejecución, se comprobará la idoneidad de los áridos finos y gruesos para el hormigón con los ensayos que indica el Código Estructural en el art. 30, con un nivel de garantía estadística equivalente al exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE-EN 12620+A1. Se deberá disponer de los correspondientes informes de resultados.

4.4.1.3. Cemento

Todas las partidas de cemento que lleguen a la obra deberán estar acompañadas de la Declaración de prestaciones correspondiente al marcado CE, o en su caso, la certificación de conformidad del Real Decreto 1313/1988, incluido los distintivos de calidad, según el anejo IV de RC-16. En previsión de que sea necesario considerar necesario realizar ensayos, estos se llevarán a cabo según lo establecido en el Anejo V de RC-16.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.4.1.4. Aditivos

Antes de su utilización se presentará la declaración de prestaciones y el marcado CE conforme se establece en el Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.

4.4.1.5. Hormigón Preparado

La calidad del hormigón se comprobará especialmente por su resistencia y su consistencia.

Antes del inicio del proceso de hormigonado se presentará para aprobación del CONTRATANTE las dosificaciones de hormigón a emplear según Art. 48 del Código Estructural, así como los ensayos de previos de dichas dosificaciones (Anejo 13 Código Estructural), como se indica en el Art. 57 del Código Estructural.

En el caso que la planta de hormigón no presente ensayos de contraste, donde se detalle el historial de resistencias de la planta, es preceptivo que el **CONTRATISTA** compruebe la resistencia característica del hormigón a utilizar mediante los ensayos característicos del hormigón, aceptándose la dosificación según el criterio fijado en el Art. 58 del Código Estructural.

4.4.1.6. Resistencia a compresión

La resistencia a compresión se determinará mediante probetas cilíndricas de 15x30 cm, fabricadas y conservadas según Norma UNE-EN 12390-1 y UNE-EN 12390-2 y rotas a compresión según Norma UNE-EN 12390-3.

El control del proceso de hormigonado será control estadístico según el art. 57.5.4 del Código Estructural. La evaluación de la resistencia estimada será de acuerdo con este artículo.

Según el criterio fijado en el Art. 57.5.4.1. (realización de ensayos) del Código Estructural La conformidad del lote en relación con la resistencia se comprobará a partir de los valores medios de los resultados obtenidos sobre dos probetas tomadas para cada una de las *N* amasadas controladas, de acuerdo con la Tabla 57.5.4.3.a. y 57.5.4.3.b. del Código Estructural, siempre bajo el conocimiento y la aceptación del Director de Obra.

Tabla 1: Criterios de aceptación de los lotes de hormigón

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
1	$f(\overline{x}) = \overline{x}(1-1.66\delta^*) \geq f_{ck}$	Hormigones con la dispersión certificada dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido
2	$f(\overline{x}) = \overline{x}-1.66s_{15}^* \geq f_{ck}$	Se han controlado más de 36 amasadas
3	$f(x_i) = x_i K_n \geq f_{ck}$	Hasta la 36ª amasada

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tabla 2: Número de amasadas controladas

Coeficiente	Número de amasadas controladas (N)								
	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
K_n	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	1

a) En otros elementos estructurales: se aplicarán los límites señalados en la tabla 57.5.4.1 del Código Estructural, no debiendo mezclarse en un mismo lote elementos de función resistente distinta.
Los ensayos a realizar serán la determinación de la consistencia mediante el cono de Abrams y rotura a compresión a 7, 14 y 28 días. Se realizará 1 serie de 7 probetas por lote que se ensayaran a las siguientes edades:

- 2 Probetas a 7 días
- 1 probeta a 14 días
- 2 Probetas a 28 días
- 2 probetas de reserva

El lote sometido a control será aceptable si la resistencia característica estimada f_{est} es igual o mayor a la exigida por el art. 57.5.4.3 del Código Estructural. Si dicha resistencia fuera inferior a la exigida por el art. 88.5-b se emplearán las probetas de reserva a criterio de la Dirección de Obra para decidir sobre las medidas a tomar con el lote.

El ensayo o rotura de probetas se realizará en laboratorios homologados.

4.4.1.7. Consistencia del hormigón

El control de la consistencia se realizará directamente en obra, realizando sobre cada amasada un ensayo de asiento en el cono de Abrams, según Norma UNE-EN 12350.

En base a los diferentes tipos de consistencia del hormigón solicitado, en cada amasada las tolerancias serán las que figuran en tabla 57.5.2.2 del Código Estructural:

Tabla 3: Tolerancia para la consistencia del hormigón

Consistencia definida por su clase conforme a la tabla 33.5.a		
Tipo de consistencia	Tolerancia en mm	Intervalo resultante en mm
Seca (S) Plástica (P) Blanda (B) Fluida (F) Líquida (L)	±10	0 - 30 20 - 50 40 - 100 90 - 160 150 - 220

Se rechazan todas aquellas amasadas que se encuentren fuera de las tolerancias indicadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.4.1.8. Control de la durabilidad del hormigón.

La durabilidad del hormigón se realizará mediante el método de determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión, según la UNE EN12390-8.

En el caso de elementos estructurales ubicados en ambientes muy agresivos (XS, XD, XF, XM o XA), el hormigón deberá presentar un comportamiento suficientemente impermeable con las modificaciones y criterios para comprobar la conformidad del apartado 43.3.2, según los criterios recogidos en la tabla 43.2.2.

Un hormigón se considera suficientemente impermeable al agua si los resultados del ensayo de penetración de agua cumplen simultáneamente que:

Tabla 4: Especificaciones de profundidad de penetración de agua máxima y media

Clase de exposición ambiental	Especificación para la profundidad máxima	Especificación para la profundidad media
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XF1, XF2, XF3, XF4, XM, XA1 (cualquier caso)	≤ 50 mm	≤ 30 mm
XA2 (en el caso de elementos en masa o armados)		

Clase de exposición ambiental	Especificación para la profundidad máxima	Especificación para la profundidad media
XS3 y XA3 (cualquier caso)	≤ 30 mm	≤ 20 mm
XA2 (solo en el caso de elementos pretensados)		

Los ensayos de durabilidad se harán previos a cualquier vertido de hormigón en la pieza o elemento estructural.

El número de ensayos a realizar se definirá con antelación al inicio del primer hormigonado siendo como mínimo el ensayo en la planta de una serie de 4 probetas. Durante la ejecución de la obra el director de obra podrá ordenar la realización de ensayos de durabilidad previo a los hormigonados de las cimentaciones.

4.5. MORTEROS (GROUT)

Los ensayos a realizar para la aceptación del tipo de mortero y su dosificación serán los siguientes:

Fraguado final (UNE-EN 196-3:2017):	5 horas
Resistencia a compresión (EN 12190):	a 1 día a 3 días a 7 días a 28 días
Resistencia a flexotracción (UNE-EN 196-1:2018):	
Fluidez inicial (Cono Brass):	
Ensayo de canaleta (EN 13395-2):	

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Para la validez de la dosificación en obra, durante la primera amasada y el mezclado de la segunda, se tomarán 6 probetas prismáticas (de dimensiones 40x40x160mm) y se realizarán los ensayos acordes a la norma UNE-EN 196-1 y EN 12190.

Se realizará la prueba de fluidez del mortero en cada amasada para la verificación de la consistencia de la mezcla de acuerda a la especificación del suministrador y en función de la temperatura de la mezcla, mediante ensayo de escurrimiento según norma UNE-EN 13395-2.

Como ensayo alternativo para verificar la consistencia del motero fresco, se realizará una adaptación del método de determinación de la consistencia ("spread Flow") por la mesa de sacudidas, según norma UNE-EN 1015-3. Se utilizará el molde troncocónico (Cono Brass) de acero de 60mm de altura, con un diámetro interior de 100mm en la base y de 70mm en la parte superior, indicado en la misma norma. La prueba se realizará sobre una placa metálica de 40x40cm humedecida y apoyada en una superficie plana, sobre la que se realiza la prueba de extensividad o spread Flow.

Una vez relleno el molde de grout y enrasado, se levanta lenta y verticalmente el molde y se observa que la resistencia del grout (la mezcla se debe repartir uniformemente sobre el soporte en forma circular sin formación de aristas. Se mide el diámetro del motero en dos direcciones perpendiculares entre sí. Se anotan los resultados en mm, con una exactitud de ±1mm. Estos valores serán contrastados con los valores establecidos por el suministrador, en función de la temperatura del grout en el momento de realización del ensayo.

El CONTRATISTA deberá presentar para validación el procedimiento de ejecución y control de calidad del mortero (grout) y las especificaciones del proveedor.

4.6. ACERO PARA ARMADURAS

Siempre que el proyecto no diga lo contrario, el control a realizar en armaduras será según lo indicado en el Código Estructural.

Solo se admitirá el empleo de aceros para las armaduras, según lo dispuesto en el art. 34 y art. 35 del Código Estructural.

La conformidad del acero se comprobará según lo dispuesto en los artículos 58 y 59 del Código Estructural.

Las armaduras pasivas que lleguen a la obra, según lo descrito en el art. 49 del Código Estructural, se recepcionará con su correspondiente hoja de suministro, conforme el Anejo 4 del Código Estructural, así como el Distintivo Oficialmente Reconocido (DOR) para las armaduras pasivas si está en posesión del mismo, o si no tiene DOR, los resultados de los ensayos de recepción en la instalación (sección equivalente, características geométricas, doblado-desdoblado o doblado simple).

Cada 40t o fracción de cada serie, se fabricarán dos probetas de un mismo diámetro (estas probetas deberán estar identificadas con el nº de colada, el cual corresponderá con el indicado en el certificado de calidad del fabricante). Los ensayos a realizar sobre las mismas son los siguientes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Sección equivalente (art. 34.1 Código Estructural)
- Características geométricas según norma UNE-EN ISO 15630-1
- Enderezado, doblado y desdoblado según norma UNE-EN ISO 15630.

Durante el desarrollo de la obra se realizará un mínimo de dos ensayos de rotura a tracción para cada diámetro, tipo de acero empleado y el fabricante, según norma UNE-EN ISO 6892-1 por cada diámetro de barra empleado en la cimentación, obteniendo en cada uno de los ensayos (UNE-EN ISO 15630-2):

- Límite elástico
- Carga de rotura
- Alargamiento en rotura.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

5.1. GENERALIDADES

- Se ha de asegurar como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.
- La instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.
- El funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente
- Se establece una caída de tensión máxima de 1,5% total entre cualquier módulo fotovoltaico y el punto de conexión con el inversor
- Se establece una caída de tensión máxima de 0.5% entre cualquier centro de transformación y la Subestación o centro de seccionamiento, según aplique.
- El valor máximo permitido de caída de tensión promedio será del 1% en DC.

5.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO

A continuación, se especifican las características técnicas mínimas exigidas para el diseño, fabricación, instalación, pruebas y comisionado de los módulos fotovoltaicos.

5.2.1. Características eléctricas

El fabricante tendrá que presentar una hoja de características certificada del módulo que incluya, como mínimo, las siguientes características.

- Temperatura de operación normal de célula (TONC)
- Potencia máxima (Pmax)
- Tensión de circuito abierto (Voc)
- Tensión de máxima potencia (Vmp)
- Corriente de cortocircuito (Isc)
- Corriente de máxima potencia (Imp)
- Coeficientes térmicos
- Curvas IV a niveles de radiación de 1000, 800, 600, 400 y 200 W/m^2

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los módulos por cada planta deberán ser de la misma tecnología, fábrica, modelo y potencia nominal. En el caso de que el fabricante no pudiera cumplir alguna de estas condiciones, deberá presentar toda la documentación justificativa necesaria para su aprobación.

La tolerancia de la potencia no podrá ser negativa y la tolerancia positiva deberá estar como máxima en 5 W o 3%.

5.2.2. Características mecánicas

Los módulos propuestos deberán cumplir con las siguientes características:

- Marco de aluminio o acero inoxidable.
- Cumplimiento de las últimas ediciones de las normativas IEC 61215 y 61730
- Carga de viento sostenible de 2400 Pa or requerimiento de carga de viento local si ésta fuese mayor.
- Carga de nieve sostenible de 5400 Pa or requerimiento de carga de nieve local si ésta fuese mayor.
- Rango de temperatura de operación entre -40ºC y 85ºC
- Resistencia a daños a granizo con diámetro máximo de 25 mm con una velocidad de impacto de 23 m/s
- Grado de protección IP65

5.2.3. Garantía de degradación

Los módulos tendrán que tener una garantía de producto de 25 años siendo las garantías de potencia y degradación como siguen:

- **Monocristalino PERC**: 98% para el año 1, y una degradación lineal de 0.55% para los siguientes años.
- **Bifacial mono perc**: 98% para el año 1 y una degradación lineal de 0.45% para los siguientes años.

5.2.4. Requerimientos constructivos

La planta solar tendrá que estar constituida por módulos fotovoltaicos de tecnología cristalina con marco y tanto el frente como la espalda del módulo con cristal templado, es decir, y tratamiento AR

Las cubiertas deben ser resistentes a las inclemencias ambientales, como arena, polvo, granizado, etc. El material incrustado debe ser resina EVA (acetato de vinilo de etileno) transparente o equivalente.

Desde la caja de conexiones, instalada en la parte trasera del módulo, tendrán que salir cables preensamblados de una sección mínima de 4 mm2 con longitud adecuada y compatibles con conectores MC4 para las conexiones de strings.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La distancia entre perforaciones del marco de los módulos deberá ser de el adecuado para permitir el paso de las correas de sujeción al seguidor.

Aun así, se requerirá que el suministrador escogido coordine con el suministrador del seguidor todo lo necesario para garantizar una correcta fabricación y montaje.

5.2.5. Fabricación

Todos los módulos tendrán que ser fabricados en las mismas instalaciones. Sin embargo, si porque cualquier razón los módulos tuvieran que ser fabricados en más de una instalación se tendrá que obtener la aprobación específica por parte de la propiedad presentando pruebas de que las nuevas instalaciones tienen el mismo nivel de Calidad sujeto a normativa internacional.

5.2.6. Pruebas y Control de calidad en fábrica

Según Anexo 1 "Módulos FV Pruebas y control de calidad en fábrica" del presente documento.

5.2.7. Documentación

El fabricante deberá presentar, como mínimo la siguiente documentación:

- Hoja técnica de características
- .pan file para PVsyst software
- Informe independiente de perfil IAM específico (si aplica)
- Informe independiente de comportamiento a baja irradiancia (si aplica)
- Manual de instalación y mantenimiento
- Certificado y términos de garantía de potencia y producto
- Certificado PID (IEC 62804)
- Certificados ISO 9001 Y 14001 de las fábricas
- Flash test report
- Quality Management Plan
- Protocolos de pruebas y criterios de rechazo y aceptación basado en última versión de IEC 61215
- Plano donde se muestren dimensiones y detalles de los terminales, anclajes, grapas, etc.
- Instrucciones de manipulación y almacenamiento
- Procedimiento de etiquetado, marcado y empaquetado
- Conformidad con la directiva CE

5.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE DE MÓDULOS

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

Como criterio general de diseño. La estructura fotovoltaica debe tener altura suficiente para que se garantice una distancia de 50 cm desde la parte baja del módulo al suelo cuando el seguidor esté en su máximo ángulo de giro.

Se debe tener en cuenta las irregularidades del terreno, por lo que las hincas tendrán la longitud suficiente para absorber, como mínimo, 30 cm de desnivel dentro del mismo seguidor. Sin necesidad de movimiento de tierras.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Los centros de transformación son grupos de equipamiento eléctrico apto para su instalación en intemperie. Los principales equipos que se incluyen, como mínimo, en este suministro serían:

- Inversores
- Transformadores elevadores de baja a media tensión
- Celdas de baja tensión
- Celdas de media tensión
- Transformador de servicios auxiliares
- Sistema de monitorización
- Sistema de tierras

El grado de protección requerido será como mínimo IP 54 y se incluirá una protección anticorrosión de acuerdo a la normativa ISO 12944/129333. La estación se diseñará para evitar cualquier tipo de condensación dentro de los armarios.

Se permite que el suministro sea mediante container estándar o caseta prefabricada y, vendrá internamente precableada, con la excepción del cableado externo que se conecta hacia o desde la PS a diversas partes del parque o de otras líneas de BT/MT, y de cualquier otro componente que solo pueda instalarse en el campo.

El espacio dentro de la estación será el suficiente para que pueda ser adecuada el reemplazo de equipos y las restantes labores de operación y mantenimiento durante la vida útil del equipo.

5.4.1. Criterios de diseño

El Proveedor acepta expresamente que los Productos y el número de inversores ofertados cumplirán con las regulaciones eléctricas en relación con el diseño y las especificaciones de los Productos promulgados por cualquier Autoridad gubernamental a niveles nacional, autonómico, provincial y municipal, así como con todas y cada una de las normas, regulaciones y procedimientos de Red Eléctrica, AELEC (Asociación de Compañías Distribuidoras) y la compañía distribuidora específica donde conecte el parque (Iberdrola, Naturgy, Endesa, etc).

5.4.2. Inversores centrales e inversores string

5.4.2.1. Requerimientos técnicos

Los inversores deben ser inversores de alta eficiencia diseñados para funcionar a una tensión de CC máxima de 1.500 Vcc.

Los armónicos de corriente de salida deben estar por debajo del 3% de la distorsión armónica total (THD) a la potencia nominal.

Los inversores deben ser capaces de producir su salida nominal a una temperatura ambiente de 35 °C / 113°F o superior.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los inversores emplearán un algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) para optimizar la eficiencia del inversor en todo el rango de salida del módulo fotovoltaico para las condiciones de diseño del sitio dadas.

Los inversores serán inversores centralizados con un solo MPPT e incluirán la configuración Maestro-Esclavo o modulares con varios bloques de potencia.

Los inversores deben tener un rendimiento mínimo en Europa y / o CEC mayor del 98%.

En cualquier caso, la eficiencia máxima no será inferior al 98,5%:

Inverter minimum efficiencies	%
Max. efficiency	98.5
Euro efficiency	98.4
CEC efficiency	98.2

Los inversores tendrán capacidad para monitorización remota, control remoto y conexiones de PC para adquisición, análisis y control de datos.

El consumo en stand-by (durante la noche) será inferior a 450 W.

Si no se instalan cajas de reagrupamiento de desconexión de CC (cajas de nivel 2) inmediatamente antes del inversor, el inversor deberá estar equipado con fusibles de CC en el polo positivo para la protección del cable. Los fusibles en cables negativos se cotizarán por separado como una opción para sistemas flotantes. Como base de cotizará se utilizará polo negativo de entrada en CC puesto a tierra (grounding kit) con vigilante de aislamiento.

Una desconexión de carga general de CC para cada inversor aislará el inversor del generador fotovoltaico. La capacidad de desconexión en carga puede ser mecánica o eléctrica (interruptor estático). La capacidad de aislamiento será mecánica.

El conjunto del inversor puede estar compuesto por dos o más inversores conectados en paralelo en el lado de CC de tal manera que se optimice la eficiencia del conjunto del inversor a cargas más bajas a través de una estrategia de control maestro / esclavo o de equipo. Se debe incluir un seccionador de corte en tal configuración paralela de inversores.

5.4.2.2. Componentes

Los inversores incorporarán:

- Funciones automáticas para controlar las operaciones, iniciar y detener y simplificar la instalación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Sistemas avanzados para controlar la potencia y proporcionar altos niveles de eficiencia y rendimiento.
- Pantallas integradas para señales de advertencia e información de medición.
- Conexión de CC integrada que incluye monitorización de aislamiento, contactores y fusibles semiconductores. Los inversores deberán utilizar al menos una interrupción de carga por cada módulo, para la desconexión de la alimentación de CC principal para la seguridad del personal de mantenimiento, incorporados dentro de la carcasa del inversor o instalados por separado junto al inversor.
- Conexión de CA integrada con monitorización de línea, contactor de línea y disyuntor. La salida del inversor debe estar protegida por un interruptor de circuito con protección de sobre corriente ajustable por corto y largo tiempo. Este disyuntor debe ser operado externamente o el proveedor debe proporcionar un interruptor externo de encendido / apagado (inicio / parada).
- Compartimento de terminales con paneles separados para conexiones de terminales de CC y CA. Protección contra sobretensiones en los lados DC y AC. Sistema de detección de aislamiento.
- Los inversores deben estar equipados con filtros en el lado de CA para minimizar la inyección de distorsión armónica a la red. La distorsión máxima permitida de la corriente de salida de CA del inversor a la potencia nominal será inferior al 3%.
- Se debe proporcionar un disyuntor / desconexión automática del lado de CA para cada inversor para proteger y aislar adecuadamente el inversor.
- Los dispositivos de autoprotección del lado de CA (SPD) deben instalarse en el inversor para protegerlo de las sobretensiones permanentes de CA. Las sobretensiones permanentes son iguales o más largas que ½ ciclos.
- Los SPD deben instalarse para proteger todo el equipo contra sobretensiones temporales en los lados de CC y CA del inversor. Este nivel de protección incluye (pero no se limita a) equipos de placa auxiliar de LV-AC como motores de seguimiento, electrónica interna para monitoreo y control, etc. Ya sea centralizado, con funcionalidad maestro-esclavo.
- La cabina del inversor debe tener un sistema de interbloqueo de puerta para evitar que las puertas se abran mientras estén energizadas.
- Los inversores deben estar equipados con todo el hardware para la recopilación de datos y la comunicación con el servidor central SCADA. Los puntos de recopilación de datos descritos en este documento se integrarán en el paquete de monitoreo y comunicaciones del inversor. El inversor debe estar equipado para comunicación y control externo directo a Forestalia.
- Para evitar la degradación potencial inducida (PID) cuando se usan módulos fotovoltaicos cristalinos, causados por las llamadas corrientes parásitas, el polo negativo del lado de CC debe estar conectado a tierra.

El sistema de protección se seleccionará y coordinará de acuerdo con los datos de la red de alimentación y los requisitos de los componentes conectados:

- Garantizar la seguridad del personal y de la planta fotovoltaica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Para garantizar una protección suficiente contra los daños de los componentes, que puedan surgir de los cortocircuitos internos y externos, así como de posibles descargas atmosféricas.
- Asegurar, en la medida de lo posible, la continuidad de la operación para aquellas partes no afectadas por la falla. Esto se logrará seleccionando la configuración de manera tal que, en caso de una falla, el dispositivo de protección más cercano a la falla dispare primero.
- Se deben prever dispositivos / funciones de protección contra sobretensiones.
- Todos los componentes y dispositivos deben tener una capa de protección duradera, estable a largo plazo y de alta calidad de acuerdo con los requisitos medioambientales.

5.4.2.3. Configuración

El sistema de control del inversor debe incluir, al menos, una función de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) para maximizar la transferencia a la red de CA de la potencia máxima del generador fotovoltaico disponible en condiciones reales (principalmente irradiación solar y temperatura ambiente).

El rango de voltaje del MPPT deberá ser suficiente para incluir todo el voltaje de funcionamiento normal del generador fotovoltaico y permitir el funcionamiento correcto del MPPT en todas las condiciones operativas del generador fotovoltaico, incluidas las condiciones de irradiación y temperatura máximas esperadas en el sitio.

Para aumentar la eficiencia en cargas más bajas, el conjunto inversor con dos o más módulos se permitirá utilizar configuración "maestro / esclavo", aunque como opción preferente se requiere la utilización de bloques de potencia que puedan funcionar escalonados de forma secuencial o en paralelo para administrar automáticamente el funcionamiento del inversor para maximizar la eficiencia del conjunto inversor.

5.4.2.4. Monitorización

El sistema de monitorización interno deberá adquirir, monitorizar y comunicar la siguiente información, como mínimo:

- Voltajes de CC entrantes, corrientes, potencia y energía de cada inversor.
- Tensiones, corrientes, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y energía activa y reactiva de CA LV (entre el inversor y el transformador elevador montado en la plataforma).
- Tensiones, corrientes, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y energía activa y reactiva de CA LV (entre el inversor y el transformador elevador montado en la plataforma). Desde dispositivos de medición externos. Metter para ser instalado dentro de la envolvente de la Power Station.
- Eficiencia del inversor.
- Tensiones, corrientes, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y energía activa y reactiva de salida de corriente alterna (entre inversor y transformador elevador), según los valores de BT ajustados por las pérdidas de hierro y cobre del transformador.
- Parámetros de operación de los inversores (temperaturas, estado de ventilación, etc.).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Alarmas y desplazamientos.

El sistema de monitoreo del inversor deberá estar equipado con los siguientes puertos, como mínimo:

- Un puerto de comunicación, ya sea serie o Ethernet, para la conexión a sistemas de control y monitorización remotos.
- Un puerto de comunicación, ya sea serie o Ethernet, para la conexión de PC local para adquisición y análisis de datos.

Además, el inversor deberá ser capaz de recibir y procesar de forma correcta, en el orden de decenas de milisegundos, al menos 5 señales o consignas del Power Plant Controller. Una vez que el inversor reciba la señal, deberá emitir hacia el Power Plant Controller una señal de confirmación de lectura correcta.

5.4.2.5. Sistema de protección

La detección de un fallo interno provocará la desconexión inmediata del inversor de la red.

El paquete del inversor debe incluir las siguientes funciones de protección / monitorización dentro del sistema de protección del inversor:

- Protección contra sobrecorriente de corriente continua.
- Protección contra sobretensiones de corriente continua.
- Monitorización de fallas a tierra en el lado de CC con al menos dos niveles de aislamiento ajustables: para disparo y alarma.
- Operación anti-isla.
- Protección contra sobrecorriente de corriente alterna.
- Protección contra sobretensiones de corriente alterna.
- Protección bajo / sobre frecuencia.

El conjunto del inversor debe incluir las siguientes funciones externas de protección / monitorización (fuera del inversor):

- Protección contra sobrecorriente de corriente continua.
- Protección contra sobrecorriente de corriente continua (SPD). No es necesaria si se incluye dentro del sistema de protección del inversor
- Mediciones de corriente alterna en baja tensión
- Protección de sobrecorriente de CA (no necesaria si se incluye dentro del sistema de protección del inversor)

5.4.2.6. Envolvente

Los inversores deben ser de tipo industrial, metal cerrado, tableros ensamblados en fábrica con contenedores independientes o montados en la pared. Los inversores deben estar equipados con puertas batientes y unidades y dispositivos fijos. Los inversores deben ser accesibles desde el frente solamente. Será posible abatir las puertas delanteras más de 90 °.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los gabinetes del inversor deben cumplir con los parámetros especificados por el fabricante del inversor y deben ser apropiados para las condiciones del sitio. El requisito de protección mínimo para inversores al aire libre es IP 54.

Los compartimientos de terminación del cable deben estar ubicados en la parte inferior de los inversores y deben tener un tamaño tal que sea posible una colocación fácil de los cables y todos los cables puedan ser lo suficientemente fijos.

5.4.2.7. Requerimientos de red

De acuerdo a las necesidades de Forestalia, las propuestas deberán estar basadas en los siguientes criterios:

- Cumplimiento de los Códigos y normativas recogidos en apartado 2.
- No utilizar dispositivos adicionales a los propios inversores fotovoltaicos como banco de condensadores o STATCOMs
- No disminuir la generación de energía activa en el punto de conexión del parque al estar atendiendo a las consignas del Operador de Red bajo el Código de Red indicado anteriormente.
- Hacer un adecuado seguimiento del punto de máxima potencia evitando pérdidas de energía asociadas a subtensiones.

Todos estos requerimientos deberán ser tenidos en cuenta para toda la vida útil del parque fotovoltaico.

A continuación, se hace un breve resumen de los principales puntos a tener en cuenta en nuestros parques, respecto al tipo de instalación y los requerimientos de generación/consumo de reactiva y compensación de factor de potencia.

> *i. los módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea inferior a 110 kV y cuya potencia instalada sea igual o superior a 0,8 kW e igual o inferior a 100 kW serán considerados Tipo A;*
>
> *ii. los módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea inferior a 110 kV y cuya potencia instalada sea superior a 100 kW e igual o inferior a 5 MW serán considerados Tipo B;*
>
> *iii. los módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea inferior a 110 kV y cuya potencia instalada sea superior a 5 MW e igual o inferior a 50 MW serán considerados Tipo C;*
>
> *iv. los módulos de generación de electricidad cuyo punto de conexión sea igual o superior a 110 kV o cuya potencia instalada sea superior a 50 MW serán considerados Tipo D.*
>
> *Para los módulos de parque eléctrico que se unan para formar una unidad económica y compartan punto de conexión, la evaluación de su significatividad se hará según su capacidad agregada, esto es, según su potencia instalada total, es decir, la suma de la potencia instalada de cada módulo de parque eléctrico.*

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

A estos efectos, se considerará la definición nacional de los requisitos técnicos no exhaustivos del **Reglamento** propuestos por parte del Gestor de la Red de Transporte (**GRT**) y los Gestores de las Redes de Distribución (**GRD**) a través de los siguientes documentos así como el resto de disposiciones de los mismos[2]:

- ***Propuesta de PO.12.2 para instalaciones de generación y de demanda*** (octubre de 2018): Requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad [2]
- ***Propuesta Unesa (Aelec) de Implementación de los Requisitos de Aplicación General del Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión.*** (17 de mayo de 2018) [3]

REQUISITO				FORMA DE EVALUACIÓN	
Artículo [1]	Definición del Requisito	Tipo MGE	Apartado de la Norma Técnica	MPE	MGES
21.3. b	Capacidad de potencia reactiva a la capacidad máxima	≥C	5.7	(S y P) o C**	N/A
21.3.c	Capacidad de potencia reactiva por debajo de la capacidad máxima	≥C	5.7	(S y P) o C**	N/A
21.3.d	Modos de control de la potencia reactiva	≥C	5.8	P o C**	N/A

En el caso de que la instalación se conecte a la Red Existente en el punto de conexión sin ninguna instalación compartida con otra instalación generadora, las pruebas y criterios a evaluar se recogen en el subapartado 5.7.3.1. **(instalaciones no compartidas)**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

P/P_{max} [%]	U en PCR	Q en PCR	Valor límite requerido en PCR Q/P_{max}
*100%	*90%Un		0
100%	95%Un		0
100%	100%Un		-0,15
100%	105%Un		-0,3
*100%	**110%Un o 108,75%Un		-0,3
40%	100%Un		-0,15
20%	100%Un		-0,15
10%	100%Un		-0,15
10%	100%Un		-0,05
*100%	*90%Un		0,3
100%	95%Un		0,3
100%	100%Un		0,15
100%	105%Un		0
*100%	**110%Un o 108,75%Un		0
40%	100%Un		0,15
20%	100%Un		0,15
10%	100%Un		0,15
10%	100%Un		0,05
0%***	100%Un		0,05
0%***	100%Un		-0,05

Tabla 18. Parámetros para simulación complementaria de la capacidad de potencia reactiva de los MPE.

Marcado en línea rojo requerimientos de instalaciones tipo D

Subrayado en amarillo requerimientos de instalaciones tipo C

En caso de que desde Barras de la Central (BC) del MGE (módulo de generación de electricidad) sobre el que se está llevando a cabo la simulación hasta el PCR **existan instalaciones de conexión compartidas, o en previsión de ser compartidas con otros MGE**, la evaluación de la conformidad de las capacidades de potencia reactiva del MGE en el PCR se complica. Los requisitos de potencia reactiva recogidos en el Reglamento (P.O. 12.2 y UE 2016/631), aplican en el PCR, no obstante, teniendo en cuenta esta casuística, y en aras de simplificar el proceso de evaluación de la conformidad, en este subapartado se propone un procedimiento alternativo al descrito en el subapartado 5.7.3.1. (instalaciones no compartidas)

Por las razones anteriormente mencionadas, se aceptará la evaluación de la conformidad de los requisitos de capacidad de potencia reactiva en Barras de la Central (BC) del MGE (módulo de generación de electricidad) en lugar de en el PCR. No obstante, esta simplificación de la evaluación de conformidad del requisito en BC del MGE conlleva que, en algunos puntos de operación del MGE, los valores de potencia reactiva requeridos en BC del MGE difieren de los requeridos en el PCR. Se diferencian dos casos, dependiendo de la ubicación de Barras de la Central (BC). En el caso de que Barras de la Central (BC) del MGE esté situado en el lado de baja del transformador elevador del MGE, se realizará la simulación complementaria tal como se describe en el subapartado 5.7.3.1, pero se considerarán como requerimiento de potencia reactiva los valores recogidos en la tabla 22 de la Norma Técnica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

P/P_{max} [%]	U en PCR	Q en BC	Valor límite requerido en LAT Q/P_{max}
*100%	*90%Un		0
100%	95%Un		0
100%	100%Un		-0,15
100%	105%Un		-0,3
*100%	**110%Un o 108,75%Un		-0,3
40%	100%Un		-0,15
20%	100%Un		-0,15
10%	100%Un		-0,15
10%	100%Un		-0,1
*100%	*90%Un		0,4
100%	95%Un		0,4
100%	100%Un		0,25
100%	105%Un		0
*100%	**110%Un o 108,75%Un		0
40%	100%Un		0,25
20%	100%Un		0,25
10%	100%Un		0,25
10%	100%Un		0,05
0%***	100%Un		0,05
0%***	100%Un		-0,10

Tabla 22. Parámetros para simulación complementaria de la capacidad de potencia reactiva de los MPE, alternativa en caso de instalaciones compartidas. Caso B

Marcado en línea rojo requerimientos de instalaciones tipo D

Subrayado en amarillo requerimientos de instalaciones tipo C

5.4.3. Cajas de agrupación en AC (Inversores String)

En el caso que el diseño se realice con inversores de string y dado que la posición de los mismos será alejada de los centros de transformación, el suministrador deberá también incluir en su suministro una serie de cajas de agrupación en AC con el fin de minimizar la caída de tensión y pérdida de potencia en baja tensión en corriente alterna. El suministro de estas cajas deberá desglosarse como opcional en la oferta a presentar.

El grado de protección requerido será como mínimo IP 65 y se incluirá una protección anticorrosión de acuerdo a la normativa ISO 12944/129333.

La sección máxima admisible de entrada será de 95 mm2 como mínimo siendo dicha sección 240 mm2 como mínimo cuando se refiera a la salida de dichos cables hacia los centros de transformación.

5.4.4. Transformador elevador BT/MT

A la salida de los inversores, habrá unos transformadores elevadores que elevarán la tensión de salida de los inversores, a la tensión de la media tensión de distribución establecida en el parque. Entre otras, los trasformadores tendrán las siguientes características:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.4.4.1. Características típicas de la red

- **Tensión nominal:** 30 kV
- **Tensión máxima:** 36 kV
- **Test de tensión (Power frequency / Lightning Impulse – BIL):** 70 / 170 kV
- **Componente simétrica de corriente de cortocircuito:** 20 kA y 25 kA
- **Frecuencia:** 50 Hz
- **Tipo de neutro:** Reactancia puesta a tierra

5.4.4.2. Características de transformadores

- **Tipo:** Aceite mineral
- **Instalación:** Intemperie
- **Número de fases:** 3
- **Potencia:** A definir dependiendo de la asociación de inversores siendo el máximo 7.5 MVA a una temperatura de 25ºC.
- **Tensión primaria:** ± 2,5% ± 5%V del nivel de tensión nominal de salida del inversor.
- **Tensión secundaria:** 30 kV ±2x2,5
- **Frecuencia:** 50 Hz
- **Grupo de conexión:** Dy11
- **Clase de aislamiento:** A
- **Banda de regulación:** 1%
- **Protecciones:** presión de fluido, nivel de temperatura y temperatura máxima para apertura.
- **Pérdidas en vacío:** De acuerdo a la normativa TIER 2 según UE 548/2014.
- **Pérdidas en carga a 120ºC:** De acuerdo a la normativa TIER 2 según UE 548/2014

Los devanados primarios y secundarios deben adoptar diferentes configuraciones de devanado. El grupo de conexión debe estar de acuerdo con la configuración del inversor. El devanado de baja tensión debe estar separado galvánicamente / eléctricamente. Si hay un neutro en el lado de baja tensión, no se permite la conexión a tierra.

5.4.4.3. Ruido

La instalación cumplirá con las normas regionales o locales. Los niveles de sonido se determinarán de acuerdo con las normas ISO 3744 y / o IEC 60068-10.

5.4.4.4. Nivel de interferencia de radio

El nivel de interferencia de radio (RIV) cumplirá con las indicaciones de los estándares CISPR 18 (1, 2 y 3) y en ningún caso superará los 5000 µV a 1 MHz.

5.4.4.5. Campos electromagnéticos

Los valores máximos de campo eléctrico y magnético se restringirán según IEC 62369 (Evaluación de la exposición humana a campos electromagnéticos de dispositivos de corto

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

alcance en varias aplicaciones en el rango de frecuencia 0-300 GHz de 0 Hz a 300 GHz) a 5 kV / my 100 µT, respectivamente, en áreas "donde el público pasa una cantidad significativa de tiempo".

5.4.4.6. Devanados

Los transformadores serán trifásicos, conectados en triángulo en el primario y conectados en estrella en el secundario. La compensación angular entre voltajes será de 30 ° (denominación Dy11), independientemente de las especificaciones del fabricante del inversor.

El aislamiento del devanado será de clase A según IEC 60085.

Los devanados estarán hechos de aluminio y totalmente y uniformemente aislados. Los devanados primarios y secundarios estarán completamente separados de acuerdo a las normativas IEC 60076 y UE 548/2014.

Los núcleos del transformador estarán hechos de chapa magnética de grano orientado.

Los transformadores deben incluir dos o tres devanados según la configuración del inversor.

La tensión nominal del lado de baja tensión del transformador se seleccionará de acuerdo con la tensión de salida del inversor.

El voltaje del lado de MT del transformador será 30 kV.

Las bobinas deben poder resistir los efectos térmicos y mecánicos de un cortocircuito en los terminales secundarios durante dos (2) segundos sin sufrir daños permanentes.

Las interconexiones del devanado y la terminación de los extremos del devanado se deben soldar o soldar. No se aceptan juntas soldadas blandas.

5.4.4.7. Cambiador de tomas

Los transformadores tendrán un cambiador de tomas en el devanado de alto tensión, para activarlo sin carga, con cinco posiciones. El cambiador de tomas sin carga se proporcionará con un rango mínimo de tomas de +/- 5% con cada paso de 2.5%:

-5 %	-2,5 %	Tensión (V)	2,5 %	5%
28500	29250	30000	30750	31500

El cambiador de tomas se accionará manualmente desde fuera del transformador. El dispositivo se diseñará de modo que el cambiador de tomas no se pueda bloquear en una posición intermedia entre los pasos.

5.4.4.8. Tanque de aceite

El tanque debe estar construido de manera sólida y debe resistir el vacío como una sobrepresión de 0.25 bar sin causar cambios de volumen excesivos o una deformación permanente superior a las permitidas por la norma.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los transformadores serán del tipo de tanque elástico de llenado completo, o cámara de aire debajo de una tapa.

El tanque debe suministrarse con los siguientes accesorios instalados de acuerdo con las normas locales:

- Dispositivo de llenado.
- Dispositivo de drenaje.
- Mecanismo de seguridad integrado para controlar permanentemente las condiciones de operación del transformador, con las siguientes funciones:
    - Presión (controlador de presión).
    - Temperatura (termómetro y termostato (alarma / contacto de disparo)).
    - Nivel de aceite (indicador y señalización).
    - Formación de gas (indicador).

El foso de recogida de aceites tendrá que tener una capacidad mínima del 120% del volumen de aceite a contener.

5.4.4.9. Sobrecarga térmica

Los transformadores tendrán un sistema de control de temperatura para que no se produzca sobrecalentamiento del aislamiento.

Estarán equipados con protección térmica mediante sensores de temperatura con alarma y contactos de disparo conectados al control remoto.

Los aumentos térmicos en comparación con la temperatura ambiente de operación no podrán ser superiores a 40ºC de acuerdo a la normativa IEC 60076.

El incremento de temperatura media en comparación con la temperatura ambiente en los arrollamientos no será superior a 65ºC.

El incremento de temperatura máxima del aceite refrigerante en comparación con la temperatura ambiente no será superior a 60ºC.

5.4.4.10. Placa de características

Según lo especificado en IEC 60076 y UNE 21428-1, y número de identificación alfanumérico. Habrá dos soportes para colocar la placa de características, una en el lado de alta tensión y otra en el lado de baja tensión. Estos soportes se colocan de modo que la placa se encuentre en la altura de la aleta superior sin exceder estos elementos.

Placa de diagrama con conexiones internas de devanados.

Placa general que muestra el diseño del transformador que cubre las ubicaciones de los terminales, dispositivos de control y todos los detalles esenciales de transporte.

Los transformadores deben tener una placa de características y un diagrama de cableado en un lugar visible. La placa debe estar hecha de acero inoxidable, incluyendo al menos las siguientes características indelebles.

- Tipo de transformador.
- Nombre y marca del fabricante.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Número de serie del fabricante.
- Año de manufactura.
- Número de fases.
- Potencia nominal.
- Frecuencia nominal.
- Tensiones nominales.
- Corrientes nominales.
- Conexión de desplazamiento de fase.
- Tensión de cortocircuito a la corriente nominal.
- Tipo de enfriamiento.
- Peso de extracción del núcleo.
- Peso del aceite aislante.
- Peso total.
- Aumento de la temperatura.
- Niveles de aislamiento.
- Diagrama de conexión.
- Material bobinado (HV y LV).
- Nivel de ruido (presión sonora)

El fabricante tendrá que estar sujeta a variaciones en los datos a introducir en su placa de características en términos de potencia ante requerimientos de Forestalia. Estas variaciones en ningún caso implicarán falsear los parámetros reales de funcionamiento de la máquina.

5.4.5. Transformador de servicios auxiliares

Tendrá la potencia mínima estándar que asegure la alimentación de los sistemas habituales que precisen consumo del parque, como sistema de seguridad, iluminación, pequeños consumos de la PS, como tomas de corriente, etc.

- Transformador en seco.
- 50 HZ, 3fases
- 25kVA de potencia, siendo de 15 kVA en el caso de que se descuenten los consumos propios de la estación de potencia a inversores.
- Reductor de tensión de salida de inversor a 420V.
- Equipado con cuadro que proporcione tomas para PC diversos consumos, luminarias etc.

5.4.6. Celdas de media tensión 36 kV

La función de las Celdas de 36 kV es la de proteger a todo el sistema ante posibles faltas de la Planta Fotovoltaica, para lo cual debe asegurar la desconexión, en caso de incidente, de la instalación hacia un régimen seguro de reposo, y además deben de estar en condiciones de poder volver a reponer el servicio una vez despejada la falta.

Además, se ha de asegurar unas adecuadas condiciones de explotación, así como una mínima pérdida de producción en caso de mantenimiento o avería.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las celdas tendrán las siguientes características:

- 36kV tipo SF6,
- Tensión de servicio de 30kV
- Tensión nominal de aislamiento de 36KV
- Intensidad asignada de corta duración, dependiendo del parque (ver plano) tendrán todos 20kA o 25 kA
- Nivel de aislamiento:
    - A frecuencia Industrial, (50Hz), 70KV (eficaz)
    - A onda de sobretensión de tipo rayo

- La celda de salida se podrá conectar a un cableado de salida, de tipo RHZ1 monopolar, para la distribución eléctrica del anillo de media tensión, que tendrá una sección que podrá variar desde los 95mm^2 a 630 mm^2 o 2 ternas monopolares de 400mm2.
- Alta fiabilidad, para lo cual se dispondrán los sistemas de auto vigilancia y auto protección.
- Seguridad y protección global del sistema.
- Capacidad de funcionamiento en permanencia.
- Capacidad de funcionamiento totalmente autónomo.
- Posibilidad de transmisión de datos, medidas, señales, y alarmas a la Unidad de Control de la Subestación, para su posterior telemando.
- Alta estabilidad de funcionamiento ante variaciones y perturbaciones de los sistemas de alimentación.

Las celdas serán metálicas, tratada superficialmente con objeto de asegurar su protección, y estarán dotadas de compartimento de BT.

Únicamente podrán ser fabricadas en módulos de una unidad. Todas las celdas sean cual fuese su tipo llevarán indicador de presencia de tensión del tipo capacitivo dotado de contactos auxiliares en su entrada/salida.

Los automatismos de mando, convertidores y relés de protección se montarán en el compartimento de Baja Tensión. Todas las celdas vendrán provistas de los correspondientes interruptores magnetotérmicos para todo tipo de tensiones.

5.4.7. Lista de señales

A continuación, se presenta un listado mínimo de señales a incluir, pero no limitado al mismo.

5.4.7.1. Inversor

De cada uno de los inversores que componen el parque fotovoltaico deberán adquirirse al menos las siguientes variables:

- Energía Total acumulada
- Numero Horas operativas
- Número de conexiones en red
- Tensión VCC de entrada

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Intensidad ICC de entrada
- Tensión VAC salida fase R
- Tensión VAC salida fase S
- Tensión VAC salida fase T
- Intensidad VAC salida fase R
- Intensidad VAC salida fase S
- Intensidad VAC salida fase T
- Factor de Potencia
- Potencia Reactiva
- Potencia VAC generada
- Frecuencia de Red
- Intensidad de los string de entrada al inversor
- Alarmas del inversor:
    - Fallo inversor
    - Frecuencia de Red fuera de limites
    - Tensión de Red fuera de limites
    - Saturación del PI de corriente
    - Reset por el Watch dog
    - Intensidad de red eficaz excesiva
    - Temperatura de la electrónica
    - Alarma de la lectura del ADC
    - Sobre intensidad Instantánea AC
    - Alarma Protección AC
    - Alarma Protección DC
    - Alarma de Aislamiento CC
    - Fallo en electrónica de potencia
    - Alarma Paro manual
    - Alarma Tensión entrada
    - Alarma mínima tensión en la entrada

- Operaciones sobre el inversor (órdenes locales y remotas, las órdenes podrán ser globales individuales y colectivas):
    - Marcha
    - Paro

- Datos calculados
    - Horas indisponibilidad inversor
    - Potencia esperada (de acuerdo a irradiancia)
    - Energía esperada (de acuerdo a irradiación)
    - Alarma de desviación de potencia producida vs esperada
    - Alarma de falta de producción (con irradiancia > X wm2)
    - Sin producción (con irradiancia > X wm2)
    - Desviación Potencia producida vs esperada.

5.4.7.2. Celda entrada (centro de transformación)

- Estado del seccionador.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Estado seccionador puesta a tierra
- Alarma por disparo de las protecciones (fusibles)
- Orden apertura (salida digital)
- Entrada de línea: Seccionador cerrado (DI4)
- Entrada de línea: earth disconnector closed (DI5)

5.4.7.3. Celda salida (centro de transformación)

- Estado del seccionador.
- Estado seccionador puesta a tierra
- Alarma por disparo de las protecciones
- Orden apertura (salida digital)
- Salida de línea: seccionador cerrado (DI6)
- Salida de línea: seccionador de tierra cerrado (DI7)

5.4.7.4. Celda de protección del transformador

- Estado del seccionador.
- Alarma por disparo de las protecciones.
- Orden apertura (salida digital)
- Alarma de Temperatura (DI0)
- Disparo por Temperatura (DI1)
- Disparo por presión (DI2)
- Disparo por gases ó por nivel de aceite (DI3)
- Módulo de transformador: switch disconnector closed (DI8)
- Módulo de transformador: circuit breaker closed (DI9)
- Módulo de transformador: interruptor disparado (DI10)
- Módulo de transformador: seccionador de tierra cerrado (D11)
- Circuito de apertura de interruptor del transformador (DO1)

5.4.7.5. Servicios auxiliares

- Estado de los interruptores
- Alimentación auxiliar Inversor 1
- Alimentación auxiliar Inversor 2 (si existe)
- Alimentación a las tomas y calefacción
- Alimentación al interruptor de switchgear

5.4.8. Pruebas e inspecciones

Todos los materiales y productos deben ser nuevos, de calidad, tamaño, forma, color y textura, y deben estar libres de defectos.

El contratista será responsable de garantizar los estándares de calidad necesarios.

Todos los equipos y materiales recopilados en esta especificación deben ser examinados, inspeccionados y probados para cumplir con los requisitos generales y los estándares de referencia indicados en los puntos anteriores.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.4.8.1. Test de fábrica

- El CONTRATISTA deberá proporcionar toda la mano de obra, materiales, equipos e imprevistos que se muestran, especifican y requieren para realizar las pruebas de fábrica, antes del envío, en las instalaciones del fabricante para verificar que los componentes del sistema funcionan correctamente y que cumplen con los requisitos funcionales y de desempeño del Contrato. Documentos. El sistema incluye, pero no se limita necesariamente al equipo principal.
- El CONTRATISTA deberá presentar información sobre los procedimientos de prueba de fábrica para verificar que la prueba cumpla con los requisitos especificados en este documento. La presentación al INGENIERO se realizará al menos dos meses antes de cualquier prueba programada e incluirá las fechas de las pruebas programadas.
- El CONTRATISTA deberá notificar al INGENIERO, por escrito, al menos cuatro semanas antes del inicio previsto de las pruebas. El PROPIETARIO y el INGENIERO pueden elegir estar presentes en las instalaciones del CONTRATISTA durante la prueba operativa del equipo del sistema, ya sea para unidades individuales o como un sistema integrado. La presencia del PROPIETARIO y el INGENIERO durante las pruebas no exime al CONTRATISTA de cumplir con los requisitos de los Documentos del Contrato y de ninguna manera implicará la aceptación del equipo.

Las modificaciones y correcciones de panel, software y componentes de control requeridas como resultado de las pruebas deben completarse y documentarse antes del envío. Los paneles no se enviarán desde la fábrica hasta que el INGENIERO haya presentado y aprobado dos (2) copias de los informes de pruebas de fábrica certificadas que indiquen un rendimiento satisfactorio. Los informes de prueba de fábrica incluirán la siguiente información:

- Lista de pruebas realizadas.
- Listas de verificación certificadas o documentación que verifique que todas las E / S han sido probadas, como se especifica anteriormente.
- Se ha verificado la documentación que verifica todo el cableado del panel.
- Lista de modificaciones o correcciones requeridas identificadas durante la prueba de fábrica y las medidas correctivas tomadas.
- Los informes de prueba de fábrica deberán estar firmados y fechados por un representante autorizado del Proveedor del Sistema y el CONTRATISTA.
- No se aceptarán protocolos donde sea posible inferir o presumir que ha habido modificaciones en el diseño, materiales o procesos que pueden afectar las características de la Central.
- Para estas pruebas, el Proveedor deberá demostrar mediante un certificado, que no exceda los tres años, que cumple con todas las pruebas detalladas en esta sección. Deben realizarse en laboratorios acreditados por ISO / IEC 25 ILAC.

5.4.8.2. Pruebas individuales: Inversor

Todos los inversores se someterán a las siguientes pruebas y comprobaciones de fábrica:

- Comprobación del funcionamiento de las funciones de control local del inversor (arranque, apagado, parada de emergencia, seguimiento de potencia pico / operación de tensión fija).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Comprobación del funcionamiento de las funciones del mando a distancia del inversor.
- Verificación diaria de las operaciones automáticas de “wake-up & sleep”
- Comprobación del funcionamiento de la función de bloqueo de la puerta del inversor.
- Comprobación del funcionamiento correcto del inversor en condiciones de frecuencia y tensión fuera de tolerancia.
- Comprobación del comportamiento adecuado contra las islas.
- Comprobación del correcto funcionamiento del inversor bajo pérdida de potencia de control.
- Comprobación del funcionamiento correcto del inversor en caso de pérdida de la condición de alimentación del campo fotovoltaico
- Comprobación del funcionamiento correcto del inversor en caso de pérdida de la condición de servicio.
- Determinación la distorsión armónica total (THD) de la corriente y el voltaje o los armónicos individuales aportados por el inversor.
- Comprobación de las polaridades de los circuitos.
- Comprobación de dimensiones y disposición de diferentes accesorios.
- Determinación la respuesta del factor de potencia a diferentes niveles de potencia.

Todos los inversores se someterán a las siguientes pruebas y verificaciones in situ:

- Comprobación del acabado y estado general.
- Control de la placa de identificación.
- Control de etiquetado.

5.4.8.3. Pruebas individuales: transformador

Todos los transformadores se ensamblarán de fábrica y se someterán a las siguientes pruebas y verificaciones:

- Medición de las resistencias del devanado (Sección 8-2 IEC 60076-1).
- Medición de la relación de voltaje y verificación de desplazamiento de fase y verificación de acoplamiento (Sección 8 IEC 60076-1).
- Medición de la impedancia de cortocircuito, voltaje de cortocircuito (toma principal) y pérdidas de carga (Sección 8-4 IEC 60076-1).
- Pruebas dieléctricas (IEC 60076-3).
- Medición de pérdida y corriente sin carga (IEC 60076-1).
- Comprobación de dimensiones y disposición de diferentes accesorios.
- Comprobación del acabado y estado general.
- Control de la placa de identificación.

En perjuicio de lo mencionado anteriormente, los tests a realizar serán los que se incluyan en el contrato final de suministro entre el fabricante y Forestalia.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.4.8.4. Type test: Transformador

Además de las pruebas especificadas anteriormente mencionadas, uno de los transformadores puede someterse a las siguientes pruebas en la fábrica o en un laboratorio adecuado:

- Pruebas de aumento de temperatura (IEC 60076-2).
- Pruebas de impulso de rayos (IEC 60076-3).
- Prueba de estanqueidad y pruebas de vacío y sobrepresión. (HD 428, EN 60156).
- Prueba de características del aceite aislante (IEC 60296, IEC 250).
- Prueba de características del material del tanque (en estudio).
- Prueba de protección contra contactos accidentales.
- Prueba de medición de nivel de interferencia de radio (CISPR 18-3).

Las pruebas que deben realizarse en un solo transformador pueden ser reemplazadas por protocolos de prueba realizados en un transformador similar al solicitado en esta Especificación Técnica.

Forestalia se reserva el derecho de asistir a las pruebas de testigos de fábrica de los transformadores elevadores.

5.4.9. Discrepancias entre documentos

En caso de discrepancia entre los diferentes puntos incluidos en esta especificación, prevalecerá el siguiente orden de prioridad:

- Legislación y regulaciones aplicables.
- Especificación técnica
- Otras especificaciones y reglas del proyecto.

Si aún existen dudas, el Proveedor debe identificar cualquier contradicción entre la documentación adjunta y esta especificación y solicitar aclaraciones a Forestalia.

5.4.10. Experiencia del suministrador

Fabricante:

- Al menos diez (10) años de experiencia en la fabricación y diseño de inversores y aparamentos eléctrica
- Sistema de calidad del fabricante: registrado en la norma de calidad ISO 9001.

Instalador:

- Al menos cinco (5) años de experiencia en la instalación de sistemas de monitorización.

5.5. CABLEADO

5.5.1. Cableado corriente continua

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los cables de corriente continua serán diseñados para las soportar las condiciones ambientales, mecánicas y de esfuerzos eléctricos a las que vayan a estar sometidos durante la vida media del cable.

Todos los cables deben estar diseñados para soportar sin riesgo de dañarse, en caso de corto-circuito, una temperatura máxima de 250ºC. La máxima temperatura de operación permitida es 90ºC.

Los cables solares y de aluminio serán de tensión nominal 1.500V y nivel de aislamiento 1.8kV de acuerdo a UNE-EN 50618 y a IEC 62930 los cables de aluminio también cumplirán con la tensión de 1,8/3 (3,6) kV AC según IEC 60502-1. Estos cables serán unipolares.

Los cables de aluminio desde cajas de string hasta inversor serán instalados directamente enterrados, mientras que los cables de cobre desde cada string (serie) hasta caja de string irán enterrados bajo tubo.

Los cables solares serán H1Z2Z2-K y estará certificado por un organismo certificador mientras que los cables de aluminio serán de tipo RV y estará certificado por un organismo certificador.

Todos los cables deben ser marcados con la siguiente información (la distancia entre marcas no debe ser nunca superior a 1m):

- Nombre del suministrador y año de fabricación
- Tensión nominal
- Tipo y nivel de aislamiento
- Número, tipo y tamaño de los conductores
- Norma de fabricación
- Marcado de longitud (en metros)

Cada cable debe ser marcado con identificaciones fijadas adecuadamente y resistentes a la suciedad cerca de cada terminal del cable.

Los empalmes no están permitidos y se debe proporcionar la capacidad máxima de las bobinas.

5.5.1.1. Conductor

Los conductores serán de cobre estañado flexible clase 5 según IEC 60228 para los cables solares y el cable de aluminio clase 2 según IEC 60228 para el resto de cables.

5.5.1.2. Aislamiento

Para los cables de aluminio el aislamiento será de XLPE. El espesor nominal será como mínimo el valor indicado en el apartado 6 de la IEC 60502-2.

Para los cables de cobre el aislamiento será de elastómero termoestable libre de halógenos.

5.5.1.3. Cubierta

Para los cables de aluminio la cubierta será de PVC.

Para el cable de cobre la cubierta exterior será de elastómero termoestable libre de halógenos, resistente UV y a la humedad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En ambos tipos de cable el color de la cubierta se debe mantener estable en caso de estar expuesto a la radiación UV (resistente UV de acuerdo a norma IEC 62930 / UNE-EN 50618) y para las condiciones ambientales en las que se instalarán los cables.

Se podrá utilizar cables tipo RV-K, en cuyo caso deberán ir siempre protegidos de la radiación,

instalándose debajo de la estructura o módulos. En los pasos de mesas y en las bajantes de fustes

irán protegidos con tubo UV.

Los cables de Al serán instalados directamente enterrados. Ambos tipos de cables deben soportar este tipo de instalación y tener protección AD8 (sumersión) frente al agua.

Los cables de AL llevarán protección frente a roedores y termitas mediante aditivos especiales.

Los cables llevarán marcado CRP (intrínsicamente cumple CE), se incluirá DOP.

5.5.1.4. Instalación

Los principales requisitos para la instalación del cable de corriente continua de cobre serían las siguientes:

- Tipo: Aéreo (F según IEC 60364-5-52) / Enterrado bajo tubo (D1 según IEC 60364-5-52)
- Nº de circuitos máximo, agrupados en instalación aérea: 3
- Separación mínima entre circuitos en instalación aérea: En contacto
- Nº de tubos máximo, agrupados en instalación enterrada: 2
- Separación mínima entre tubos en instalación enterrada: En contacto
- Profundidad máxima en instalación enterrada: 0,8 m

Los principales requisitos para la instalación del cable de corriente continua de aluminio entre cajas de string e inversores serían las siguientes:

- Tipo: Directamente enterrado (D2 según IEC 60364-5-52)
- Nº de circuitos máximo agrupados en instalación enterrada: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.
- Separación mínima entre circuitos en instalación enterrada: 0,3 m
- Profundidad máxima en instalación enterrada: 1 m – 1,2 m

5.5.2. Cableado corriente alterna en baja tensión

El cable será de tipo tripolar RV-K con conductor de cobre 3x2.5 mm2, aislante XLPE cubierta PVC, construido bajo la norma IEC 60502. Trabajaran a un voltaje de 230 V.

5.5.2.1. Instalación

Los principales requisitos para la instalación del cable de corriente alterna en baja tensión serían los siguientes:

- Tipo: Enterrado bajo tubo (D1 según IEC 60364-5-52)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Nº de tubos máximo, agrupados en instalación enterrada: 2
- Separación mínima entre tubos en instalación enterrada: En contacto
- Profundidad máxima en instalación enterrada: 0,8 m

5.5.3. Cableado corriente alterna en media tensión.

El cable será de tipo AL RHZ1-OL con conductor de aluminio, pantalla de hilos de cobre con cinta a contraespira y obturación longitudinal (pantalla). Diseñado según norma UNE-HD 620-10E.

Los cables de media tensión serán de tensión nominal 18/30 (36) kV. Los cables serán de tensión nominal 30 kV y nivel de aislamiento 36 kV.

Todos los cables de MT serán diseñados para las soportar las condiciones ambientales, mecánicas y de esfuerzos eléctricos a las que vayan a estar sometidos durante la vida media del cable.

El cable debe ser libre de halógenos, con baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos. Clase de reacción al fuego Fca.

Los cables de MT serán instalados directamente enterrados.

La máxima temperatura de operación permitida es 90 ºC. Todos los cables deben estar diseñados para soportar sin riesgo de dañarse, en caso de corto-circuito, una temperatura máxima de 250ºC.

Los cables a suministrar serán unipolares.

Todos los cables deben ser marcados con la siguiente información (la distancia entre marcas no debe ser nunca superior a 1m):

- Nombre del suministrador y año de fabricación
- Tensión nominal
- Tipo y nivel de aislamiento
- Número, tipo y tamaño de los conductores
- Norma de fabricación
- Marcado de longitud (en metros)

Cada cable debe ser marcado con identificaciones fijadas adecuadamente y resistentes a la suciedad cerca de cada terminal del cable.

Los empalmes no están permitidos y se debe proporcionar la capacidad máxima de las bobinas.

5.5.3.1. Conductor

Los conductores serán de aluminio clase 2 según IEC 60228.

5.5.3.2. Capa semiconductora

Se preverán las siguientes capas semiconductoras en los cables de MT:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Entre el conductor y el aislamiento
- Entre el aislamiento y la pantalla

La capa semiconductora deberá proporcionar una superficie cilíndrica equipotencial sobre la que pueda ser adherido el aislamiento. El material utilizado debe ser compatible con los materiales de los conductores y del aislamiento.

5.5.3.3. Aislamiento

El aislamiento será de XLPE. El espesor nominal será como mínimo el valor indicado en el apartado 6 de la IEC 60502-2. El espesor de la capa semiconductora no deberá incluirse en el espesor del aislamiento.

5.5.3.4. Pantalla

La pantalla será metálica compuesta por hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. La sección total de la pantalla será 16 mm2.

5.5.3.5. Cubierta

La cubierta exterior será de poliofelina termoplástica, resistente UV y a la humedad.

El color de la cubierta se debe mantener estable en caso de estar expuesto a la radiación UV y para las condiciones ambientales en las que se instalarán los cables.

5.5.3.6. Instalación

Los principales requisitos para la instalación del cable de corriente alterna en media tensión serían los siguientes:

- Tipo: Directamente enterrado (B.5.2.a según IEC 60502-2)
- N.º de circuitos máximo, agrupados en instalación enterrada: 2, 3, 4
- Separación mínima entre circuitos en instalación enterrada: 0,4 m
- Profundidad máxima en instalación enterrada: 0,8 m – 1,2 m.

5.5.4. Requisitos de calidad

Se deberá indicar el fabricante y centro de producción de los equipos y materiales a suministrar.

Asimismo, la empresa que efectúe el montaje y los ensayos en campo debe ser el fabricante o, en el caso de que estas tareas se subcontraten, una contrata homologada por Forestalia.

Forestalia establecerá, una vez adjudicado el pedido correspondiente, un proceso de aseguramiento de la calidad formado por los siguientes aspectos:

- Inspecciones de fabricación
- Ensayos individuales en fábrica
- Ensayos de recepción

El fabricante permitirá el libre acceso a sus instalaciones y la de subproveedores, si fuese necesario,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

a personal de Forestalia y del contratista para verificar los procesos y la ejecución del plan de calidad de fábrica. El fabricante entregará registro de todos los ensayos realizados en accesorios y sistemas a montar en la instalación conforme a la norma correspondiente. Estos serán realizados por un laboratorio debidamente acreditado.

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de calidad en cada uno de los aspectos mencionados, Forestalia comunicará a éste las desviaciones o no conformidades inmediatamente una vez detectadas.

A tal efecto, el contratista considera desviaciones:

- Todo cambio respecto a los requerimientos recogidos en este documento de especificación del pedido que no haya sido previamente aprobado.
- Cualquier resultado no conforme de los controles dimensionales, ensayos, inspecciones o pruebas que se efectúen durante el proceso de fabricación y en las finales o de funcionamiento.
- Inadecuada calibración de los equipos de control, medida y ensayo, ya sean de laboratorio de alta tensión o cualquier etapa del proceso productivo.
- Cualquier parte del suministro que no esté de acuerdo con el contrato o los documentos aprobados.

Al producirse una desviación o no conformidad, el suministrador establecerá las medidas necesarias y enviará al contratista un informe para su aprobación en el que describirá suficientemente el problema y hará una propuesta de solución. Entre las medidas a tomar para su resolución, se podrán solicitar al fabricante la realización de ensayos adicionales de rutina, muestra o tipo sobre el material a suministrar.

La recepción del suministro en los términos indicados en el documento contractual del pedido requerirá, entre otros aspectos, tener resueltas satisfactoriamente todas las desviaciones o no conformidades abiertas en el proceso de aseguramiento de la calidad y que afecten sensiblemente al comportamiento del suministro en la explotación, en el montaje y en el tendido.

5.5.4.1. Plan de calidad

Los test a tener en consideración en el procedimiento de calidad del fabricante **para los cables solares** serían los siguientes:

OPERATION	QUALITY CONTROL	STANDARD OR PROCEDURE	FREQUENCY OF TEST	TEST EQUIPMENT	FSEGISTER
QCP-Reception Test					
1. RAW MATERIAL					
Conductor	Revision of the certificate	EN 60228	Every delivery		Supplier Certificate
Insulation	Revision of the certificate	EN 50618	Every delivery	-	Supplier Certificate
	Tensile strenght and elongation at break	EN 60811-501	3 deliveries or 4 months	Dynamometer with extensometer	FL60
	Density	EN 60811-606	3 deliveries or 4 months	Analitycal balance	FL60
	Hardness	ISO 868	3 deliveries or 4 months	Durometer	FL60
Outer sheath	Revision of the certificate	EN 50618	Every delivery	-	Supplier Certificate
	Tensile strenght and elongation at break	EN 60811-501	3 deliveries or 4 months	Dynamometer with extensometer	FL60
	Density	EN 60811-606	3 deliveries or 4 months	Analitycal balance	FL60
	Hardness	ISO 868	3 deliveries or 4 months	Durometer	FL60

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

QCP-Production test

2. QUALITY CONTROL IN PROCESS						
Insulation	Electrical Integrity	EN 62230	Every production	Spark-tester	FP7	R
	Dimensional measurement	EN 60811-201	Every production	X-Ray Equipment and profile projector	FT04	R
	Tensile strenght and elongation at break	EN 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	R
Outer sheat	Electrical Integrity	EN 62230	Every production	Spark-tester	FP7	R
	Dimensional measurement	EN 60811-202	Start up and every production	X-Ray Equipment and profile projector	FT04	R
	Tensile strenght and elongation at break	EN 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	R
	Legibility of markings	Visual	Every production		Production repport	R

QCP-Outgoing (routine)

3. OUTGOING QUALITY CONTROL. ROUTINE TEST			(In case of inspection, inspector may request testing of a maximum of **10% of the drums** of the order by type of cable)			
Cable	Spark testing	EN 62230	Every drum	Spark tester	P02	W
	Cable identification and marking	Visual	Every drum	-	Production repport	W
	Visual inspection	Visual	Every drum	-	Production repport	W

QCP-Outgoing (sample)

4. QUALITY CONTROL. SAMPLE TEST.			(In case of inspection, inspector may request the test of **one sample** by type of cable)			
Cable	Voltage test: 6,5kVca-Uo, 5min	EN 50395	Every production	HV transformer	FL01	W
Conductor	Electrical resistance	EN 50395	Every production	Precision ohmmeter	FL08	W
	Check construction	EN 60228	Every production	Visual inspection	FL27	W
Insulation	Dimensional measurement	EN 60811-201	Every production	Profile projector	FL08	W
	Tensile strenght and elongation at break	EN 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	W
Outer sheath	Dimensional measurement	EN 60811-202	Every production	Profile projector	FL08	W
	Tensile strenght and elongation at break	EN 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	W

Expedition, Revision and documentation

5. EXPEDITION						
	Final inspection and identification	-	Every order	-	-	W
	Packing and Delivery Control	-	Every order	-	-	W
6. DOCUMENTATION (Just in case of inspection)			(In case of inspection, if required by the customer)			
	Shipping Authorization	-	Every order	-	-	H
	Dossier final quality	-	Every order	-	-	R

Los test a tener en consideración en el procedimiento de calidad del fabricante **para los cables de aluminio de corriente continua** serían los siguientes:

OPERATION	QUALITY CONTROL	STANDARD OR PROCEDURE	FREQUENCY OF TEST	TEST EQUIPMENT	REGISTER
QCP-Reception Test					
1. RAW MATERIAL					
Conductor	Revision of the certificate	IEC 60228	Every delivery		Supplier Certificate
Insulation	Revision of the certificate	IEC 60502-1	Every delivery	-	Supplier Certificate
Outer sheath	Revision of the certificate	IEC 60502-1	Every delivery	-	Supplier Certificate
	Tensile strenght and elongation at break	IEC 60811-501	3 deliveries or 4 months	Dynamometer with extensometer	FL60
	Density	IEC 60811-606	3 deliveries or 4 months	Analitycal balance	FL60
	Hardness	ISO 868	3 deliveries or 4 months	Durometer	FL60

QCP-Production test

2. QUALITY CONTROL IN PROCESS						
Conductor	Electrical resistance	IEC 60502-1	Every drum	Ohmmeter	FL01	R
Insulation	Electrical Integrity	IEC 62230	Every drum	Spark-tester	FP7	R
	Dimensional measurement	IEC 60811-201	Starting & Every production	X-Ray Equipment and profile projector	FT04	R
	Tensile strenght and elongation at break	IEC 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	R
	Hot set test	IEC 60811-507	Every production	Air oven	FL05	R
Outer sheat	Electrical Integrity	IEC 62230	Every drum	Spark-tester	FP7	R
	Dimensional measurement	IEC 60811-202	Starting & Every production	X-Ray Equipment and profile projector	FT04	R
	Legibility of markings	Visual	Every production		Production repport	R

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

QCP-Outgoing (routine)

3. OUTGOING QUALITY CONTROL. ROUTINE TEST			(In case of inspection, inspector may request testing of a maximum of **10% of the drums** of the order by type of cable)			
Cable	Electrical resistance	IEC 60228	Every drum	Precision ohmmeter	FL01	W
	Spark testing	IEC 62230	Every drum	Spark tester	FL01	W
	Cable identification and marking	Visual	Every drum	-	Production repport	W
	Visual inspection	Visual	Every drum	-	Production repport	W

QCP-Outgoing (sample)

4. QUALITY CONTROL. SAMPLE TEST.			(In case of inspection, inspector may request the test of **one sample** by type of cable)			
Insulation	Dimensional measurement	IEC 60811-201	Every production	Profile projector	FL08	W
	Hot set test	IEC 60811-507	Every production	Air oven	FL05	W
	Tensile strenght and elongation at break	IEC 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	W
Outer sheath	Dimensional measurement	IEC 60811-202	Every production	Profile projector	FL08	W
	Tensile strenght and elongation at break	IEC 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	W

Expedition, Revision and documentation

5. EXPEDITION						
	Final inspection and identification	-	Every order	-	-	W
	Packing and Delivery Control	-	Every order	-	-	W
6. DOCUMENTATION (Just in case of inspection)			(In case of inspection, if required by the customer)			
	Shipping Authorization	-	Every order	-	-	H
	Dossier final quality	-	Every order	-	-	R

Los test a tener en consideración en el procedimiento de calidad del fabricante **para los cables de media tensión** serían los siguientes:

OPERATIONS	QUALITY CONTROL	TEST METHOD	FREQUENCY	TEST EQUIPMENT	REGISTER
QCP-RECEPTION TEST					
1. RAW MATERIAL					
CONDUCTOR	Revision of the certificate	EN 60228	Every delivery	-	Supplier Certificate
INSULATION	Revision of the certificate	UNE-HD 620	Every delivery	-	Supplier Certificate
SC'S LAYERS	Revision of the certificate	UNE-HD 620	Every delivery	-	Supplier Certificate
METALLIC SCREEN	Revision of the certificate	UNE-HD 620	Every delivery	-	Supplier Certificate
OUTER SHEATH	Revision of the certificate	UNE-HD 620	Every delivery	-	Supplier Certificate

QCP-PRODUCTION TEST						
2. QUALITY CONTROL IN PROCESS						
INSULATION	Dimensional measurement	EN 60811-201	Every production	X-Ray Equipment and Profile projector	FT04	R
	Hot set test (200ºC)	EN 60811-507	Every production	Air oven	FL05	R
SC'S LAYERS	Dimensional measurement	EN 60811-202	Every production	X-Ray Equipment and Profile projector	FT04	R
	Strippablility for SCE (20ºC)	UNE-HD 620	Every production	Dynamometer with extensometer	FL109	R
METALLIC SCREEN	Construction	Visual	Every production	-	FT04	R
OUTER SHEATH	Electrical Integrity	IEC 62230	Every production	Spark-tester	FP7	R
	Dimensional measurement	EN 60811-202	Start up and every production	Profile projector	FT04	R
	Cable marking	Visual	Every production	-	FP7	R
	Outer sheath strippability	Visual	Every production	Strippability equipment	FP7	R

QCP-OUTGOING (ROUTINE)						
3. OUTGOING QUALITY CONTROL. ROUTINE TEST						
CABLE	Electrical resistance of conductors	EN 60228	Every drum	Digital Multimeter	FL103	W
	Voltage test (5 min to 3,5-Uo)	UNE-HD 620	Every drum	High Voltage Transformer	FL103	W
	Partial discharge test	UNE-HD 620	Every drum	PD equipment	FL103	W
	Electrical resistance of metallic screen	UNE-HD 620	Every drum	Digital Multimeter	FL103	W
	Outer sheath dielectric test	UNE-HD 620	Every drum	Digital Multimeter	FL103	W
	Cable identification and marking	Visual	Every drum	-	FL01	W
	Visual inspection & drum identification	Visual	Every drum	-	FL01	W

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

QCP-OUTGOING (SAMPLE)						
4. QUALITY CONTROL. SAMPLE TEST.						
INSULATION	Dimensional measurement	EN 60811-201	Every production	Profile projector	FL08	W
	Tensile strenght and elongation at break	EN 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	W
	Hot set test	EN 60811-507	Every production	Air oven	FL05	W
SC'S LAYERS	Strippability for SCE (20ºC)	UNE-HD 620	Every production	Dynamometer with extensometer	FL109	W
	Dimensional measurement	EN 60811-201	Every production	Profile projector	FL08	W
METALLIC SCREEN	Construction	Visual	Every production	-	FT04	W
OUTER SHEATH	Dimensional measurement	EN 60811-202	Every production	Profile projector	FL08	W
	Tensile strenght and elongation at break	EN 60811-501	Every production	Dynamometer with extensometer	FL07	W

EXPEDITION, REVISION AND DOCUMENTATION						
5. EXPEDITION						
	Final inspection and identification	-	Every order	-	-	W
	Packing and Delivery Control	-	Every order	-	-	W
6. DOCUMENTATION	**(Just in case of inspection)**			(In case of inspection, if required by the customer)		
	Shipping Authorization	-	Every order	-	-	H
	Dossier final quality	-	Every order	-	-	R

5.5.4.2. Ensayos tipo

El fabricante/suministrador facilitará los siguientes protocolos de ensayos tipo efectuados sobre muestras del mismo tipo de cable suministrado:

- Ensayo de plegado seguido de un ensayo de descargas parciales
- Medición de tg δ en función de la tensión y medición de la capacidad
- Medición de tg δ en función de la temperatura.
- Ensayo de ciclos de calentamiento, seguido de un ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de ondas de choque, seguido de un ensayo de tensión a frecuencia industrial.
- Ensayos de rutina (FAT)
- Ensayos de cables de baja tensión y de media tensión

Siguiendo la norma IEC más exigente que aplique, se realizará:

- Medición de resistencia eléctrica.
- Medición de descargas parciales.
- Ensayo de tensión.

5.5.4.3. Ensayos sobre muestras o especiales

- Exploración continua del nivel de ionización o ensayo de "scanning" con objeto de detectar la presencia posible de imperfecciones en el aislante.
- Examen del conductor.
- Verificación de dimensiones.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo de alargamiento en caliente del aislamiento.

5.5.4.4. Bobina

Para cada bobina, el suministrador entregará el PPI cumplimentado y los resultados de las siguientes pruebas:

- Inspección visual.
- Control de dimensiones.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Reflectometría.

5.5.5. Discrepancias entre documentos

En caso de discrepancia entre los diferentes puntos incluidos en esta especificación, prevalecerá el siguiente orden de prioridad:

- Legislación y regulaciones aplicables.
- Especificación técnica
- Otras especificaciones y reglas del proyecto.

Si aún existen dudas, el Proveedor debe identificar cualquier contradicción entre la documentación adjunta y esta especificación y solicitar aclaraciones a Forestalia.

5.5.6. Experiencia del suministrador

Fabricante:

- Al menos diez (10) años de experiencia en la fabricación y diseño de cableado.
- Sistema de calidad del fabricante: registrado en la norma de calidad ISO 9001 e ISO 14001

5.6. SCADA

5.6.1. Criterios de diseño

5.6.1.1. Sistema

El sistema de monitorización y control (M&C) consistirá en un sistema SCADA que será un sistema probado, adecuado para realizar las funciones de operación, mantenimiento, control y monitorización asociadas con los controles de la planta fotovoltaica, subestación y generador como se requiere en este documento, Grid Operador, y las Reglas y cualquier otro requisito de las Autoridades relevantes.

El sistema SCADA se instalará en la sala de control de la subestación. Las computadoras relevantes se instalarán dentro de un entorno adecuado. Además de eso, el PC del Sistema de Monitorización del Cliente (con UPS asociado y cualquier otro equipo relacionado solicitado por el Cliente) se instalará en la sala de control.

El equipo del sistema de control se instalará en salas acondicionadas para ello. La temperatura ambiente en esta sala estará entre 20 y 30 °C; Una humedad relativa entre 5% y 95%.

El sistema SCADA y el sistema de Monitorización del Cliente en el sitio del equipo se conectarán a todas las Estaciones del Inversor, Subestación, dispositivos de monitorización REE, estaciones meteorológicas, contadores, cajas de string, seguidores y todas las señales de Plantas FV, a través del hardware de comunicación de datos estándar de la industria (MODBUS).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880252. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.6.1.2. Hardware

El proveedor deberá demostrar la capacidad adicional inherente al sistema seleccionado. Todas las partes del sistema deben ser fácilmente expandibles (sin reconstrucción o apagado importante). Los dispositivos instalados tendrán un 15% de reserva como mínimo, para usos futuros.

El sistema se suministrará con las siguientes cantidades de capacidad de reserva como mínimo: Para hardware (puertos / conexiones / espacio de gabinete):

- Capacidad de espacio de expansión del 15% proporcionada en armarios /bastidores.

El sistema se suministrará con las siguientes cantidades de capacidad de reserva como mínimo: Para hardware (puertos / conexiones / espacio de gabinete):

- Un máximo del 30% de utilización de la memoria del sistema (RAM), bajo carga máxima, para todos los servidores / estaciones de trabajo. Espacio de actualización de hardware (ranuras) para instalar una memoria adicional del 50% que el sistema puede usar.

- 50% de memoria de capacidad de almacenamiento adicional (discos duros), en funcionamiento, para todos los servidores / estaciones de trabajo, después de la instalación de todas las aplicaciones / software del sistema. 50% de memoria de almacenamiento adicional con espacio disponible para futuras actualizaciones de conexión en caliente

5.6.1.3. Disponibilidad

El sistema debe ofrecer los niveles de disponibilidad más altos posibles. Almacenamiento seguro de datos adquiridos, evitando la pérdida de información.

Acceso rápido a los datos través de un navegador web estándar o menús intuitivos.

5.6.1.4. Confiabilidad

Análisis basado en fórmulas bien definidas de usuarios expertos que proporcionan informes elaborados, comparativas y tendencias a través de procedimientos transparentes y bien definidos.

5.6.1.5. Escalabilidad

El sistema debe permitir la escalabilidad horizontal. Esto significa que el de datos en el sistema puede ser procesado agregando nuevos elementos de procesamiento y no cambiando la arquitectura ni reemplazando los equipos.

5.6.1.6. Modularidad

El sistema debe estar diseñado internamente con módulos independientes, lo que permite la evolución fácil y rápida de los sistemas y la incorporación de nuevas funciones

5.6.1.7. Simplicidad

La propuesta pretende ofrecer, en la medida de lo posible, las soluciones más simples que se ajusten a las necesidades reales de la plataforma, facilitando el funcionamiento y el

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

mantenimiento del sistema generado. Esta simplicidad se aplica a la provisión inicial para el funcionamiento de la planta, lo que permite la posterior personalización y parametrización.

5.6.1.8. Modelo de datos homogéneo y exhaustivo

El modelo de datos se debe configurar en función del diseño eléctrico de la planta solar. Estas relaciones deben ser utilizadas por todas las características de la aplicación evitando por ejemplo la aparición de avalancha de alarmas dando solo la alarma en el equipo de nivel superior.

5.6.1.9. Consolidación de datos

Los datos se consolidarán al final del día en intervalos de cinco minutos para permitir su almacenamiento y uso posterior.

5.6.1.10. Tiempos de adquisición de datos variable

El sistema permitirá definir tiempos de adquisición de datos distintos en función del tipo de dato.

5.6.1.11. Basado en estándares

- Integración con otros SCADA de segundo nivel (Reporte Ejecutivo) y centros de control locales
- Modbus TCP
- OPC (acceso a datos y arquitectura unificada) o Protocolos de comunicación con medidores (si es necesario)
- IEC-870-5-102
- DLMS / COSEM o Comunicación con dispositivos de adquisición
- Modbus RTU
- Modbus TCP
- IEC 104
- 61850

5.6.2. Alcance

5.6.2.1. General

El suministro debe incluir todos los equipos auxiliares para el manejo, montaje, desmontaje y operación, y como mínimo, debe considerar:

- Hardware del sistema de comunicación, incluidos todos los conmutadores, firewalls, módems, enrutadores, dispositivos de medición de calidad de energía, estaciones de trabajo, unidades de rack, UPS, etc.
- Integración de ingresos y contadores fiscales en el sistema de comunicación.
- Integración de Substation SCADA en PV SCADA (no se consideran comandos).
    - Subestación donde las plantas fotovoltaicas evacuan su energía
    - Coordinar el protocolo de comunicación con la subestación, cliente y REE.

- Habilite el acceso multipuerto de todos los equipos y registradores de datos y deje disponibles todas las señales, variables y alarmas para cualquier equipo en el sitio mediante el acceso de protocolo MODBUS.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Proporcionar todos los aparatos, electrodomésticos, materiales, mano de obra y servicios necesarios no mencionados específicamente, que sean necesarios para formar un sistema completo completamente operativo en todos los aspectos y sin costo adicional.
- El Proveedor debe cumplir con todas las disposiciones del Gobierno local, especialmente en relación con los aspectos ambientales, de salud y seguridad. El Proveedor también debe poner a disposición del Comprador, cuando se le solicite, aquellos documentos que así lo demuestren.
- Permita que el Cliente se conecte a la Base de datos y directamente al equipo de la planta fotovoltaica, a través de una PC con VPN dedicada a este asunto.
- Habrá un sistema SCADA.
- Habrá un sistema PPC, que regulará la planta fotovoltaica en el "PUNTO FRONTERA".

Se particularizará a continuación los siguientes alcances:

- Montaje e instalación de:
  - Rack Scada en la sala de control del edificio de Subestación
  - Cuadros de control y monitorización de estaciones de potencia

- Fusión de los cables de fibra óptica, conexión entre Estaciones de potencia en la caja de parcheo ubicado en:
  - La sala de control de la subestación (2 cajas de parcheo, 1 por línea de fibra óptica)
  - La estación de potencia (2/1 caja(s) de parcheo)

- Colocación y conexión del cable Ethernet F/STP y su suministro entre:
  - Contador fiscal y Switch del Rack de SCADA
  - Analizador de red y Switch del Rack de SCADA

- Colocación y conexión de Patch Cords y su suministro entre:
  - Cajas de parcheo y Switch del Rack de SCADA

5.6.2.2. Rack de SCADA

Un Rack SCADA localizado en la sala de control de planta en la subestación. El Rack SCADA estará compuesto por los equipos para la distribución, procesamiento de datos y comunicación interna/externa de los sistemas de información entre la planta solar, subestación y el operador de red.

A continuación, se especifica lo necesario para este suministro:

- Armario de 42u,19" o similar con accesorios y ensamblado a la sala de control de planta en la Subestación Belinchón I
- Servidor SCADA HP gen9 2cpu 10c 128 GB ram DDR4 ; Principal y Redundante o similar
- Windows Cisco module Server 2012 R2 (foundation o edición std)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- TS user CALs (5 user cals) o similar
- SQL Server, última versión
- Microsoft Excel, última versión
- Antivirus ESET servidor de seguridad última versión o similar
- 1 Cajas de parcheo 19'' amp con 48 puertos, monomodo sc que admita cables de fibra óptica
- Router ETHERNET UR5i TELTONIKA o similar
- Switch Capa 3, Monomodo, RSTF, principal y redundante:
- Gps lantime m300/gps/tc-1-5 o similar
- Cisco module sfp 1000 base-lx SM 10km o similar
- Ups riello 3000 with ethernet snmp card or similar o similar
- GATEWAY y Concentrador de datos para comunicar PPC con REE, a través del protocolo IEC 60870-5 – 104, 101 o DNP3.0 de acuerdo a los requisitos de REE convertido a Modbus TCP (continua in point CODE 9)
- Fibra óptica patchcord MM 50/125um DUPLEX SC/SC 5 m o similar
- FSTP Patchcord CAT5E RJ45 10m (Para teléfono SCADA LAN)
- Servidor NTP para la sincronización de la planta

5.6.2.3. Cajas de parcheo en sala de control (ODF)

Una caja de parcheo necesarias serán para la planta con entrada para dos cables y conexionado de hasta 48 fibras para conectores SC. Esta caja de parcheo para fibra óptica permitirá distribuir la información de las estaciones de potencia, estaciones meteorológicas, control de los seguidores sistemas CCTV a sus respectivos switches.

EL cableado interno hasta las cajas de parcheo dentro de la subestación es de responsabilidad del contratista de la Subestación.

5.6.2.4. SCADA Estación de trabajo

Será la HMI (Human Machine interface) para la operación de la planta fotovoltaica y sistemas para el cliente.

A continuación, se especifica lo necesario para este suministro:

- Estación de Trabajo Local Dell OptiPlex 3010 con configuración para funciones de control a monitores dual (licencia para ingeniería incluida) o similar.
- Impresora Laser a Color con puerto Ethernet.
- La Estación de trabajo deberá estar equipada con pantallas de 32 pulgadas, teclado y ratón. Uno de los operadores de planta deberá tener las mismas funciones que otro operador de la planta pero extendidas para propósitos de ingeniería y análisis.
- FTP Patchcord CAT5E RJ45 10m (Para teléfono LAN del SCADA).

5.6.2.5. Sistema de monitorización del cliente SCADA

Será la HMI (Human Machine interface) para la supervisión de la planta fotovoltaica y sistemas para Forestalia.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Forestalia tiene un sistema de monitoreo centralizado para la supervisión de sus plantas fotovoltaicas en todo el mundo. La integración de esto será apoyada por el Contratista.
- El Cliente accederá a todas las señales disponibles en el sitio y el Cliente instalará un enrutador para crear una VPN entre la LAN de la planta y la infraestructura de Forestalia
- La interfaz entre el sistema de monitoreo de Forestalia y la LAN de la Planta requerirá una IP estática de un conjunto de IP públicas proporcionadas por el ISP local, una reservada para el enrutador del Cliente.
- Este enrutador debe ser la puerta de enlace predeterminada de la LAN donde se encuentran los dispositivos (inversores, rastreadores, estaciones meteorológicas, etc.). Además, el enrutador enviará el tráfico VPN al Cliente y el tráfico de Internet al enrutador ISP
- El Contratista deberá permitir que todos los dispositivos sean accesibles desde la infraestructura del Cliente a través de la VPN para acceder a los puertos MODBUS. Por lo tanto, todos los dispositivos deben cumplir con el protocolo MODBUS TCP.
- PC (junto con cualquier otro equipo adicional que pueda necesitar el Cliente como parte del Sistema de Monitoreo corporativo) en el sitio como interfaz para el sistema de Monitoreo del Cliente y la red de comunicación de la planta. El cliente instalará uno programa de agrupación MODBUS en él.

Características mínimas de la PC que se deben suministrar:

- 8 GB de RAM
- Dos HD de 2 TB en RAID 1
- Tarjeta de red Fast Ethernet conectada a la LAN
- La IP de la PC debe ser estática, sin DHCP asignado
- Hora sincronizada con servicios de hora de Internet
- UPS capaz de mantener el PC funcionando al menos 1 hora contra cortes de red

5.6.2.6. Cuadros de control y monitorización

Cuatro cuadros de control y monitorización, uno por cada estación de potencias para la distribución y comunicación de los sistemas de información recibidos por la estación de potencia, CCTV, Cajas de string, seguidores y estación meteorológica para ser enviada al RACK del SCADA via fibra óptica.

La cabina de control y monitorización será capaz de integrar todos los equipos incluidos en cada estación de energía con el controlador de la planta de energía y la planta local SCADA.

Será COMUNICADOS los siguientes dispositivos:

- Inversores
- Transformador BT/MT
- Celdas de MT (entradas y salidas)
- Unidad RMU
- Seguidores, a través del cuadro NCU
- Estación Meteorológica (Cuando se requiera)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- CCTV

Cuadro de Control & Monitorización que incluirá como mínimo lo siguiente, pero no limitado al grado de protección para el cuadro C&M debe ser al menos IP65 y debe estar provisto de ventilación adecuada para evacuar el calor generado en el interior.

- Alimentación de 120-230V, monofásica.
- Armario de central eléctrica + 2 carriles din para 2/1 caja(s) de parcheo de 24c o una caja de parcheo de 48c + cableado y montaje) o similar
- Fuente de alimentación Phoenix Contact trio-ups 1ac / 24vcc / 5) o similar
- Batería phoenix contact ups-bat / vrla / 24vdc / 3.4ah) o similar
- Switch eds-408a (8etx + 2fx). Monomodo de fibra óptica) o similar
- Caja metálica (adecuada para condiciones ambientales, corrosividad), IP 54
- 2x Gateway para Puertos RS485 con salida a puerto de Ethernet. Moxa o similar

Será suministrado todos los requisitos en componentes para cumplimentar esta especificación. Esta deberá incluir el montaje local de los componentes, cableado interno, terminaciones, conectores, pigtails, dispositivos y todo el resto de items considerados necesarios para la correcta operación e instalación.

Los componentes externos del cuadro C&M, tales como cajas de parcheo, switchs, etc de otros sistemas (CCTV, Seguidores,) deberán ser cableado dentro de las terminales de sus dispositivos y conectados/instalados dentro del cuadro de C&M. Con lo que se debe incluir cableado.

Todo el equipo dentro del cuadro debe estar completamente precableado.

Todos los cables, terminales, dispositivos, conductores, etc. deberán identificarse mediante etiquetas.

La configuración de los cuadros C&M ubicados en cada estación de potencia serán anillados físicamente (a través del mismo Cable de fibra óptica) conectados en “Leapfrog” hasta el Rack del SCADA en subestación.

El cable de fibra óptica Monomodo se usará para conectar todos los cuadros C&M, desde cada estación de energía al PPC.

Todos los cables, terminales, dispositivos, conductos, etc. deberán identificarse mediante etiquetas.

El protocolo de comunicación Modbus TCP / IP se utilizará en la planta fotovoltaica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

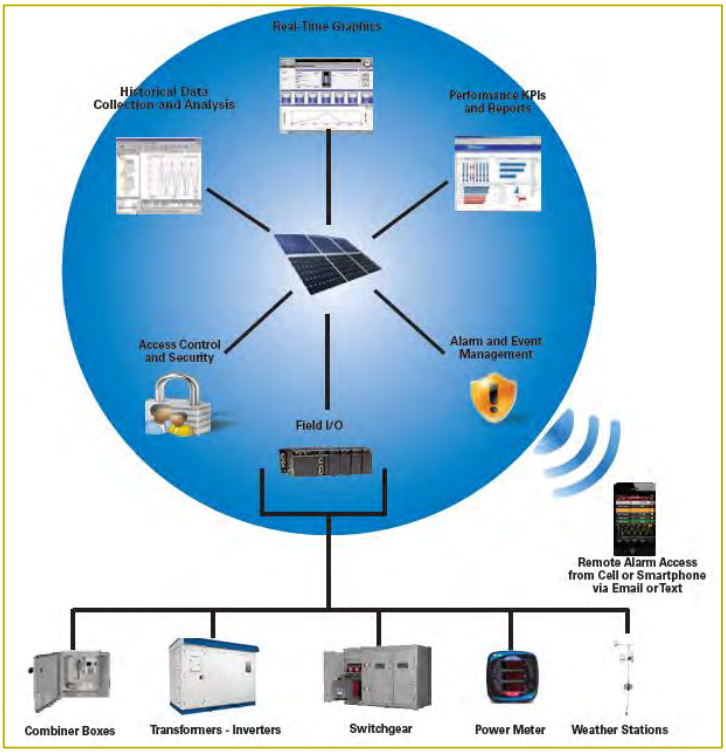


Ilustración 3: Arquitectura de comunicaciones

5.6.2.7. SCADA Software

Este será el software por el cual permitirá la gestión de operación y mantenimiento de todo el sistema.

- El sistema permitirá accesos concurrentes ilimitados a tantos usuarios como se desee mediante el simple uso de un navegador WEB, todo residirá sobre el mismo servidor por lo que no se requerirá de equipos adicionales ni capacidades especiales.
- La plataforma dispondrá de una licencia permanente, sin fecha de caducidad y sin restricciones. La oferta indicará claramente todos los costes de cuotas de operación y mantenimiento, de licencias, de anulación, etc. No habrá coste asociado a número de Tags ni de conexiones al sistema incluidos en el suministro.

El software se proporcionará con licencia de desarrollador de forma que permita posteriores desarrollos, modificaciones o adaptaciones futuros del sistema de forma autónoma acorde a las posibles exigencias de la operación y mantenimiento, códigos de red, etc.

Dispondrá de al menos tres niveles de acceso: operador, administrador de planta y administrador del sistema.

El software SCADA, junto con las bases de datos y cualquiera otros softwares o aplicaciones necesarias, permitirá el funcionamiento sobre máquina virtual de forma que se faciliten las migraciones de máquina necesarias durante la vida útil de la planta.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tendrá un refresco de todas las variables de la planta en un tiempo menor a 5 segundos y el funcionamiento será ágil pudiendo llegar en caso necesario a frecuencias de 1 segundo.

Registrará todas las variables en intervalos personalizables por Forestalia y los datos permanecerán en el sistema hasta que se extraigan.

El sistema realizará backups de forma periódica y se podrán gestionar los backups de los datos pudiendo extraerlos del sistema para que no se pierdan permitiendo posteriormente volverlos a integrar en el mismo en caso necesario para su tratamiento y visualización.

5.6.3. Controlador de planta (PPC)

El controlador de planta, (PPC) será suministrado por el proveedor de inversores.

El PPC envía comandos, resultado de un algoritmo rápido y fiable, al Smartbridge, que es el responsable de enviar las instrucciones para cumplir con la nueva consigna a todos los inversores y otros dispositivos.

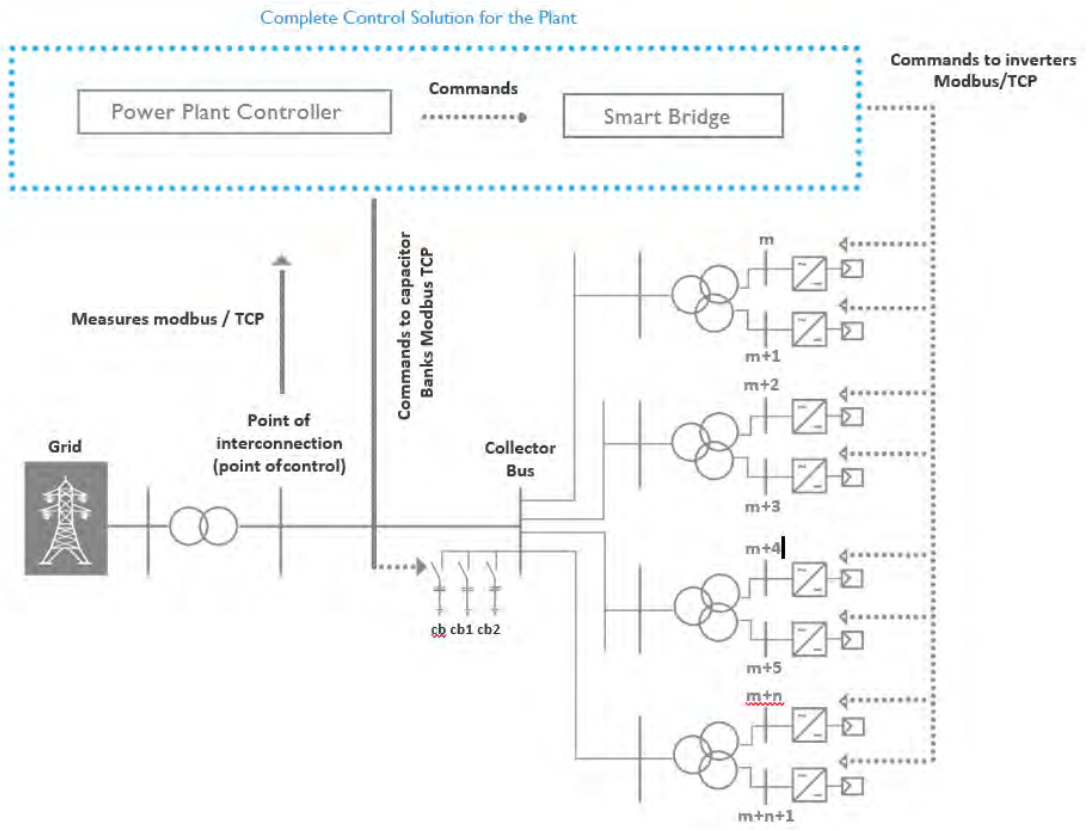


Ilustración 4: esquema general de funcionamiento del power plant controler

El PPC deberá cumplir todos los parámetros normativos, incluidos tiempos de respuesta que marca el Código de Red UE 2016/631 y su transposición española. Además, deberá poseer o

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

demostrar que está en proceso de conseguir el certificado CAMGE según figura en dicha normativa.

En la siguiente imagen se muestra un diagrama de bloques con las funciones de control y el lazo de control del PPC.

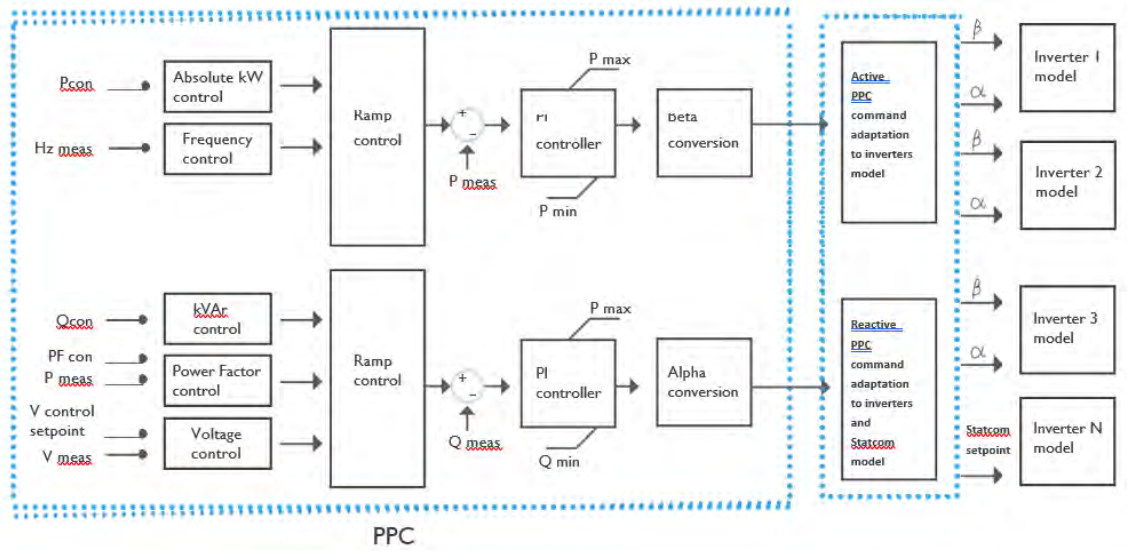


Ilustración 5: Esquema de control del power plant controler

Controles realizados por el PPC:

- Control de potencia activa absoluta
- Control de frecuencia
- Control de potencia reactiva
- Control de factor de potencia
- Control de tensión

El hardware a incluir será:

- Se valorará el contar con un sistema redundante.
- Autonomía de 3 horas en caso de fallo de red (es la autonomía que tiene el inversor).
- Utilización de protocolo IEC 104 con el que se comunicará con el despacho de REE y garantizar el cumplimiento de código de red.
- Se debe incluir el analizador de red.
- Se incluye el suministro, montaje e instalación de las cajas de campo tipo intemperie a instalarse en los inversores.
- Se debe incluir las pruebas del cumplimiento del código de red (hot test).

5.6.3.1. Integración de sistemas

El PROVEEDOR y, por ende, el CONTRATISTA será el responsable de la total integración, comunicación y control de todas las unidades paquetes o islas de control, otros SCADA de segundo nivel y centros de control locales

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

A la hora de diseñar el Sistema de control, se deberán tener en cuenta los sistemas de supervisión y control (HMI, SCADA, etc.) de las unidades paquete de la planta, ya que se debe poder controlar cada una de las unidades paquete desde el sistema de control, de la misma manera que se hace desde el propio sistema de control de cada unidad.

La integración de estas islas de control en el sistema de control se podrá realizar de dos maneras:

- Mediante cableado de señales: Este método se empleará para las señales y mandos más críticos de las islas de control, como "alarma general", "Estado", "Disponibilidad", "arranque/paro de isla de control", etc.
- Mediante enlaces de comunicaciones: Con objeto de tener una información completa del estado de la isla de control, están previstos enlaces de comunicación entre el sistema y los autómatas programables de las distintas islas de control. Está contemplado que todos los enlaces de comunicaciones utilicen protocolos estándar del tipo Modbus ya sea sobre Ethernet (Modbus TCP/IP), sobre puertos serie (Modbus RTU) a evitar en la medida de lo posible o con el protocolo OPC-UA.

El PROVEEDOR será responsable de:

- Configuración de los switches y routers de comunicaciones.
- Programación y configuración de todas las señales provenientes de las unidades
- paquete (cableadas y comunicadas).
- Realización de todas las pantallas necesarias para la representación de las unidades paquete.
- Realización de una especificación con los requisitos necesarios para las comunicaciones con el sistema de control para los protocolos previstos, incluido un formato de señales comunicadas para entregar a los PROVEEDORES de los equipos paquete.
- Comprobación de compatibilidad de los módulos de comunicación del sistema de control con los de los equipos paquete.

5.6.4. Experiencia del suministrador

Fabricante:

- Al menos diez (10) años de experiencia en la fabricación y diseño de Sistemas de Monitorización.
- Sistema de calidad del fabricante: registrado en la norma de calidad ISO 9001.

Instalador:

- Al menos cinco (5) años de experiencia en la instalación de sistemas de monitorización.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.6.5. Test e inspección

Todos los materiales y productos deben ser nuevos, de calidad, tamaño, forma, color y textura, y deben estar libres de defectos.

El contratista será responsable de garantizar los estándares de calidad necesarios.

Todos los equipos y materiales recopilados en esta especificación deben ser examinados, inspeccionados y probados para cumplir con los requisitos generales y los estándares de referencia indicados en los puntos anteriores.

5.6.5.1. Test de fábrica

- El CONTRATISTA deberá proporcionar toda la mano de obra, materiales, equipos e imprevistos que se muestran, especifican y requieren para realizar las pruebas de fábrica, antes del envío, en las instalaciones del fabricante para verificar que los componentes del sistema funcionan correctamente y que cumplen con los requisitos funcionales y de desempeño del Contrato. Documentos. El sistema incluye, pero no se limita necesariamente al equipo principal.

- El CONTRATISTA deberá presentar información sobre los procedimientos de prueba de fábrica para verificar que la prueba cumpla con los requisitos especificados en este documento. La presentación al INGENIERO se realizará al menos dos meses antes de cualquier prueba programada e incluirá las fechas de las pruebas programadas.

- El CONTRATISTA deberá notificar al INGENIERO, por escrito, al menos cuatro semanas antes del inicio previsto de las pruebas. El PROPIETARIO y el INGENIERO pueden elegir estar presentes en las instalaciones del CONTRATISTA durante la prueba operativa del equipo del sistema, ya sea para unidades individuales o como un sistema integrado. La presencia del PROPIETARIO y el INGENIERO durante las pruebas no exime al CONTRATISTA de cumplir con los requisitos de los Documentos del Contrato y de ninguna manera implicará la aceptación del equipo.

- Las pruebas de fábrica no comenzarán hasta que se hayan presentado y aprobado todos los planos de taller del Sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA).

5.6.5.2. Inspecciones

Todos los paneles, consolas y gabinetes deberán ser inspeccionados. La inspección incluirá, pero no se limitará a lo siguiente:

- Placas de identificación y etiquetas.
- Tamaños de cables y codificación de colores.
- Calificaciones y números de contactos del bloque de terminales.
- Repuestos de anunciador y bloque de terminales.
- Prácticas de cableado y puesta a tierra adecuadas.
- Envoltura plana, acabado y color.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.6.5.3. Test operacional de los equipos

Todos los dispositivos y componentes de entrada / salida deben ser probados para verificar la operabilidad y la calibración básica.

- Todos los componentes de hardware del sistema deben ser probados para verificar la operación adecuada del equipo como unidades independientes. Las pruebas incluirán, entre otras, las siguientes:
    - Comprobaciones de alimentación de CA / CC.
    - Pruebas de falla / reinicio de energía.
    - Verificaciones de diagnóstico.
    - Prueba que demuestre que todas las capacidades funcionales del equipo especificado funcionan correctamente.
- Todos los componentes del sistema deben ser probados para verificar que la comunicación entre las unidades funciona correctamente.
- Se debe realizar una prueba del sistema integrado con todos los equipos del sistema conectados (excepto los sensores e instrumentos de campo) para verificar que todo el equipo funciona correctamente como un sistema integrado.

5.6.5.4. Factory test reports

Las modificaciones y correcciones de panel, software y componentes de control requeridas como resultado de las pruebas deben completarse y documentarse antes del envío. Los paneles no se enviarán desde la fábrica hasta que el INGENIERO haya presentado y aprobado dos (2) copias de los informes de pruebas de fábrica certificadas que indiquen un rendimiento satisfactorio. Los informes de prueba de fábrica incluirán la siguiente información:

- Lista de pruebas realizadas.
- Listas de verificación certificadas o documentación que verifique que todas las E / S han sido probadas, como se especifica anteriormente.
- Se ha verificado la documentación que verifica todo el cableado del panel.
- Lista de modificaciones o correcciones requeridas identificadas durante la prueba de fábrica y las medidas correctivas tomadas.
- Los informes de prueba de fábrica deberán estar firmados y fechados por un representante autorizado del Proveedor del Sistema y el CONTRATISTA.
- No se aceptarán protocolos donde sea posible inferir o presumir que ha habido modificaciones en el diseño, materiales o procesos que pueden afectar las características de la Central.
- Para estas pruebas, el Proveedor deberá demostrar mediante un certificado, que no exceda los tres años, que cumple con todas las pruebas detalladas en esta sección. Deben realizarse en laboratorios acreditados por ISO / IEC 25 ILAC.

5.6.5.5. On-site test

Las siguientes pruebas se realizarán de acuerdo con los PPI ´s del fabricante:

- Cableado de comunicación: verifique el estado y la operación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Panel de conexiones y acoplador dúplex: compruebe el estado y el funcionamiento.
- Módulo de entradas analógicas e inversores: compruebe el estado y el funcionamiento.
- Interruptor de comunicación: verificar estado y operación
- Sonidos extraños: compruebe que no haya sonidos extraños después del arranque.
- Comunicación entre elementos: verificar que la comunicación sea correcta en ambos sentidos
- Comunicación entre cuadros: la comunicación de verificación es correcta en ambos sentidos
- Operación del sistema SCADA: verifique la funcionalidad del sistema
- Acceso remoto al SCADA: verificar el acceso de usuarios autorizados
- Mostrar datos y variables SCADA: verifique que se muestren todas las variables y datos
- Menús y ventanas SCADA: verifique el acceso correcto a los menús y ventanas
- Registro de datos SCADA: verifique el registro correcto de datos y el acceso histórico
- SCADA de datos en tiempo real: verifique la actualización correcta de los datos reales
- Avisos y alarmas SCADA: verifique el envío de advertencias y saltos de alarma
- SCADA de actuación remota: compruebe la actuación remota correcta en los elementos

5.6.6. Lista de señales

A continuación, se presenta un listado mínimo de señales a incluir, pero no limitado al mismo. Una vez adjudicado el servicio de SCADA, se evaluará y analizará una lista más completa de señales en las fases siguientes del proyecto de planta fotovoltaica.

5.6.6.1. Inversor

De cada uno de los inversores que componen el parque fotovoltaico deberán adquirirse al menos las siguientes variables:

- Energía Total acumulada
- Numero Horas operativas
- Número de conexiones en red
- Tensión VCC de entrada
- Intensidad ICC de entrada
- Tensión VAC salida fase R
- Tensión VAC salida fase S
- Tensión VAC salida fase T
- Intensidad VAC salida fase R
- Intensidad VAC salida fase S
- Intensidad VAC salida fase T
- Factor de Potencia
- Potencia Reactiva
- Potencia VAC generada
- Frecuencia de Red
- Intensidad de los string de entrada al inversor
- Alarmas del inversor:
    - Fallo inversor
    - Frecuencia de Red fuera de limites

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Tensión de Red fuera de limites
- Saturación del PI de corriente
- Reset por el Watch dog
- Intensidad de red eficaz excesiva
- Temperatura de la electrónica
- Alarma de la lectura del ADC
- Sobre intensidad Instantánea AC
- Alarma Protección AC
- Alarma Protección DC
- Alarma de Aislamiento CC
- Fallo electrónica de potencia
- Alarma Paro manual
- Alarma Tensión entrada
- Alarma mínima tensión en la entrada

- Operaciones sobre el inversor (órdenes locales y remotas, las órdenes podrán ser globales individuales y colectivas):
  - Marcha
  - Paro

- Datos calculados
  - Horas indisponibilidad inversor
  - Potencia esperada (de acuerdo a irradiancia)
  - Energía esperada (de acuerdo a irradiación)
  - Alarma de desviación de potencia producida vs esperada
  - Alarma de falta de producción (con irradiancia > X wm2)
    - Sin producción (con irradiancia > X wm2)
    - Desviación Potencia producida vs esperada

5.6.6.2. Celda de entrada (Power station)

- Estado del seccionador.
- Estado seccionador puesta a tierra
- Alarma por disparo de las protecciones (fusibles)
- Orden apertura (salida digital)
- Entrada de línea: Seccionador cerrado (DI4)
- Entrada de línea: earth disconnector closed (DI5)

5.6.6.3. Celda de salida (Power station)

- Estado del seccionador.
- Estado seccionador puesta a tierra
- Alarma por disparo de las protecciones
- Orden apertura (salida digital)
- Salida de línea: seccionador cerrado (DI6)
- Salida de línea: seccionador de tierra cerrado (DI7)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.6.6.4. Celda protección del transformador

- Estado del seccionador.
- Alarma por disparo de las protecciones.
- Orden apertura (salida digital)
- Alarma de Temperatura (DI0)
- Disparo por Temperatura (DI1)
- Disparo por presión (DI2)
- Disparo por gases ó por nivel de aceite (DI3)
- Módulo de transformador: switch disconnector closed (DI8)
- Módulo de transformador: circuit breaker closed (DI9)
- Módulo de transformador: interruptor disparado (DI10)
- Módulo de transformador: seccionador de tierra cerrado (D11)
- Circuito de apertura de interruptor del transformador (DO1)

5.6.6.5. Servicios auxiliares

- Estado de los interruptores
- Alimentación auxiliar Inversor 1
- Alimentación auxiliar Inversor 2 (si existe)
- Alimentación a las tomas y calefacción
- Alimentación al interruptor de switchgear

5.6.6.6. Estación meteorológica

- Temperatura panel
- Temperatura ambiente
- Humedad
- Pluviosidad
- Irradiancia Inclinada (de célula)
- Irradiancia Horizontal (de piranómetro)
- Velocidad del viento
- Dirección del viento

5.6.6.7. Contadores

Los datos a recibir de los contadores serán las necesarias para hacer todos los cálculos relativos al PR y disponibilidad de la planta:

- Energía activa producida
- Potencia activa producida
- Potencia reactiva producida
- Total Energía activa producida
- Energía activa producida
- Total Energía activa producida
- Energía activa consumida
- Total Energía activa consumida

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Energía Reactiva consumida
- Total Energía Reactiva consumida

5.6.6.8. Cajas de string

La caja de string proporcionará la información eléctrica por entrada de caja de string al sistema de control y monitorización.

- Tensión
- Intensidad
- Estado

5.6.6.9. Seguidores y CCTV

Los seguidores proporcionaran cierta información de alarmas al sistema de SCADA

- Alarmas
- Posiciones de los seguidores
- Estados de emergencias de los seguidores

5.7. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El centro de seccionamiento será el encargado de recoger las diferentes líneas de media tensión de la planta FV procedentes de los centros de transformación y será el punto de partida de la línea de evacuación hacia el punto de conexión.

El centro de seccionamiento constará de los siguientes equipos.

- **Edificio prefabricado de hormigón panelable para edificio de celdas 36 kV SSD**
- **Cuadro general de baja tensión que incluirá lo siguiente:**
  - Armario con grado de protección IP54
  - Interruptores magnetotérmicos
  - Interruptores diferenciales
  - Descargador de sobretensiones Clase 2
  - Pasamuros
  - Etiquetas
  - FAT
  - Equipos de comunicaciones
    - Rectificador10A 125Vdc + 72Ah baterías
    - Dispositivo E/S hasta 32 entradas digitales
    - Switch Fibra óptica monomodo – Eth 2 + 6 puertos
    - Caja fusión hasta 16 entradas
- **Celdas 36kV SSD con las siguientes características:**
  - 36kV tipo SF6,
  - Tensión de servicio de 30kV
  - Tensión nominal de aislamiento de 36KV
  - Intensidad asignada de corta duración, dependiendo del parque tendrán todos 20kA o 25 kA
  - Nivel de aislamiento:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

  - A frecuencia Industrial, (50Hz), 70KV (eficaz)
  - A onda de sobretensión de tipo rayo

- La celda de salida se podrá conectar a un cableado de salida, de tipo RHZ1 monopolar, que tendrá una sección que podrá variar desde los 95mm^2 a 800 mm^2
- Alta fiabilidad, para lo cual se dispondrán los sistemas de auto vigilancia y auto protección.
- Seguridad y protección global del sistema.
- Capacidad de funcionamiento en permanencia.
- Capacidad de funcionamiento totalmente autónomo.
- Posibilidad de transmisión de datos, medidas, señales, y alarmas a la Unidad de Control de la Subestación, para su posterior telemando.
- Alta estabilidad de funcionamiento ante variaciones y perturbaciones de los sistemas de alimentación.

Las celdas serán metálicas, tratada superficialmente con objeto de asegurar su protección, y estarán dotadas de compartimento de BT.

Únicamente podrán ser fabricadas en módulos de una unidad. Todas las celdas sean cual fuese su tipo llevarán indicador de presencia de tensión del tipo capacitivo dotado de contactos auxiliares en su entrada/salida.

Los automatismos de mando, convertidores y relés de protección se montarán en el compartimento de Baja Tensión. Todas las celdas vendrán provistas de los correspondientes interruptores magnetotérmicos para todo tipo de tensiones.

Los circuitos con tensiones o intensidades dispondrán además de bornas seccionables y cortocircuitables y para los secundarios de medida se dispondrán además tapas precintables.

- **Equipos de seguridad**
  - Carteles de peligro de muerte, primeros auxilios, según normativa requerida en cada caso
  - Banqueta aislante
  - Guantes aislantes
  - Extintores CO2 de 5Kg
  - Pértiga de salvamento
- **Cableado BT para la interconexión de todos los equipos**
- **Alumbrado interior**
  - Luminaria 1x36W
  - Toma corriente
- **Herrajes puesta a tierra**
- **Sistema de detección**
  - Anti intrusismo.
  - Antincendios

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.8. CAJAS DE STRING

5.8.1. Componentes

En este punto se desarrollarán todos los componentes que como mínimo deben venir incluidos el suministro de las Cajas de string.

Las Cajas de string deberán suministrar conectores para los cables DC fotovoltaicos de la misma marca y modelo según se aclara más adelante en el documento.

Las Cajas de string llevarán monitorización de una resolución mínima de strings que contemple una sola fila de seguidor. Por ejemplo, si la fila de cada seguidor tuviese asociada 2 strings la monitorización podría ser como máxima de 2 a 1, es decir, cada 2 strings.

- **Envolvente:** Las cajas de agrupamiento de cadenas o Cajas de string tendrán aislamiento diseñado para intemperie, con una protección mínima IP65 e IK10, con un aislamiento clase II, según IEC 60364-4-41. Igualmente, las cajas de string deberán cumplir con la norma UL 94 para condiciones de inflamabilidad, y con la norma UL 746C para condiciones de exposición al sol y exposición a condiciones ambientales.

- **Zona de acceso de cables al interior de la caja** (tanto para cable DC Fotovoltaico como cable DC Principal, e igualmente para el cable de puesta a tierra), mediante perforaciones en la misma.
  - **Perforaciones para cables DC Fotovoltaicos:** Las Cajas de string deberán ser fabricadas a medida con la cantidad de perforaciones exactas para la cantidad de entradas que pueda tener cada caja de string según ingeniería de detalle. Estas entradas pueden ser de 9 y 24 pares de entradas (cable + y cable -). Las perforaciones deben estar preparadas para que se puedan instalar en ellas los conectores para los cables DC fotovoltaico (1500 Vdc) según se especifica más adelante en el documento.

  - **Perforaciones para cable DC Principal:** Las Cajas de string deberán ser fabricadas de 2 perforaciones (cable + y cable -) para las secciones de cable definidas en ingeniería de detalle. Las secciones de cable a manejar varían según cajas de string, y pueden ser de 185, 240, 300 y 400 mm^2 (1500 Vdc). Las perforaciones deben venir equipadas con prensaestopas IP68 para cables de dichas secciones y de 1500 Vdc según sea necesario.

  - **Perforaciones para cable de tierra:** Las Cajas de string deberán ser fabricados con 1 perforación para cable de tierra de cobre de 35 mm2, el cual deberá venir equipado con su respectivo prensaestopa IP68. Con el fin de no contradecir la sección 8.4.4 de la normativa EN 61439-1, el conductor de protección que entre en la caja no debe ser desnudo.

- Zona de fusibles para conexión con los terminales del cable DC Fotovoltaico de entrada. Solo las terminaciones positivas (+) serán conectadas a fusible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- **Base Portafusibles:** Se deberán suministrar bases portafusibles con indicador de estado con la cantidad exacta de entradas según sea necesario para cada caja de string según lo definido en la ingeniería de detalle. Deberán tener un tamaño de 10x85 unipolares de tensión asignada 1500 Vdc. Deberán suministrarse fusibles según que cumplan las siguientes normativas: IEC 60269-1, IEC 60269-2, UL4248-1, UL4248-19, UL486E.

- **Fusibles:** Se deberán suministrar fusibles cilíndricos de tubo cerámico clase gPV según norma IEC 60269-6, de corriente nominal de 15 A y tensión asignada de 1500 Vdc. Deberán tener contactos de en cobre plateado y los elementos de fusión de plata. Serán de tamaño 10x85.

- **Bloques Terminales:** Los terminales negativos (-) provenientes de los strings serán conectados en bloques terminales con capacidad suficiente para aceptar todas las terminaciones según corresponda para cada caja de string de entre 9 y 24 entradas. Tensión nominal de 1500 Vdc. También serán aceptada la posibilidad de conexión directa a pletina de cobre para agrupación y salida mediante terminal bimetálico.

- **Seccionador en carga:** es el componente que permite cortar, en funcionamiento, la corriente en carga de los bornes generales de salida a fin de realizar labores de mantenimiento o reparación. Tensión nominal de 1500 Vdc. El seccionador en carga debe ser operable desde el exterior sin necesidad de abrir la caja. Cada caja de string deberá estar equipado con el seccionador en carga respectivo según ingeniería de detalle. Para el proyecto existen seccionadores en carga de 200, 250, 315 y 400 A. Se deberá fabricar este componente según la IEC 60947-3. El seccionador en carga deberá ser Rotatorio, con eje que salga de la envolvente para ser operado por fuera de la misma. Así mismo, el seccionador deberá incluir un indicador de estado con posibilidad de acceso tanto de forma local como remota.

- **Descargador de sobretensión**: La protección de sobretensiones permite descargar la corriente de los terminales generales a tierra en caso de sobretensión o rayo. En las cajas de esta especificación se deberá suministrar protección de sobretensiones transitorias de tipo I + II según UNE-EN 61643-11. Tensión nominal de 1500 Vdc, corriente de descarga (8/20) de 10 kA, tiempo de respuesta menor a 25 ns, instalación tipo enchufable, con indicador de estado con posibilidad de acceso tanto de forma local como remota.

- El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas para su diseño.

- **Conectores para Cable DC Fotovoltaico:** Serán conectores para montaje en las perforaciones de las cajas de string. Se deberá equipar cada caja de string según la cantidad de conectores definidas según ingeniería de detalle. Cada caja de string podrá llevar entre 9 y 24 pares de conectores, y se deberá tomar especial precaución para suministrar los conectores correctos según el fabricante de modulo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los conectores se distribuirán en todo el parque fotovoltaico según el esquema mostrado a continuación:

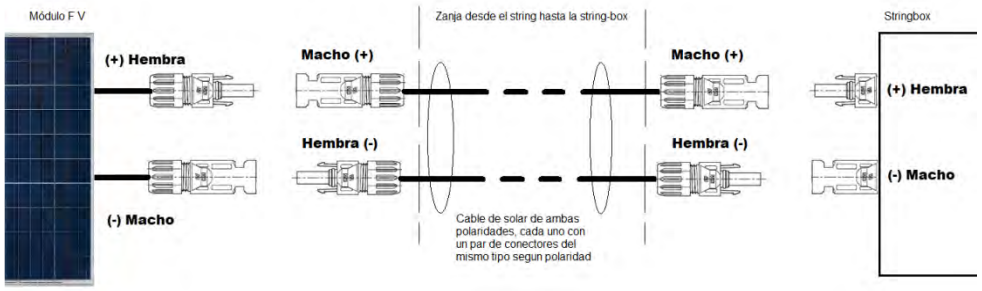


Ilustración 6: Esquema distribución conectores

En cada caja de string se deberá suministrar y montar, tanto, conectores macho para la polaridad negativa (-) según definido en la ingeniería de detalle, y tantos conectores hembras para la polaridad positiva (+) según definido en la ingeniería de detalle. Estas cantidades pueden variar entre 9 y 24 conectores para cada polaridad.

Los conectores deben ser tipo montaje en cajas eléctricas.



Ilustración 7: Conectores

La polaridad de los conectores exteriores para conectar cable solar en las cajas de string para el tipo de conector (macho o hembra), deberán ser respetadas en el cableado que se realice en fábrica, a los porta fusibles internos de una polaridad u otra, ya que un cambio, por error u omisión del conector en la caja de string, sería un error, que afectaría en cadena también al conector que estaría puesto en el cable solar que viene de los strings por tubo enterrado en zanja o al aire detrás del módulo.

El **no respeto a estas polaridades** para el tipo de conector (macho o hembra) por parte del fabricante de cajas de string, se considerará una **no conformidad** en la entrega **y las cajas de string así configurados serán devueltos.**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- **Barrera Metacrilato:** toda la circuitería de metal al aire, como el bornero principal, deberá disponer de una barrera de metacrilato que impida el contacto accidental a la hora de abrir la envolvente. No así con otras partes, como las bases porta fusibles, que no necesiten de tener barrera de metacrilato para su operación o chequeo.

5.8.2. Requisitos mecánicos

Los requisitos mecánicos para las cajas de agrupamiento de conexiones, son los siguientes:

- En cualquier caso, las cajas de string deberán ser compatibles en sus fijaciones con la manera de sujeción a estas hincas, según adjudicatario de estructura.

- El tipo de montaje en cada zona será tenido en cuenta, ya que se requerirá la sujeción a cada apoyo específico de cada parque mediante el montaje en fábrica de un fleje adaptado a cada tipo de apoyo, para el montaje rápido de la caja de string en planta. Las cajas de String deberán de venir preparadas e incluirán todos los herrajes, tornillería y pequeño material para la sujeción de las mismas a las restructuras correspondiente según corresponda por zona.

- Las cajas albergarán una cantidad de circuitos variable, entre modelos a medida para agrupar 15 cadenas, hasta modelos a medida para agrupar 30 cadenas. En total 6 modelos diferentes, según la cantidad de strings agrupada (entre 9 y 24 strings).

- Esto hará que se tengan diversos tamaños, de modo que se debe asegurar que los tamaños de las cajas de string, incluso en los casos más grandes, sean compatibles a los tipos de sujeciones para cada estructura de zona y contratista. Las cajas de string deberán de venir preparadas e incluirán todos los herrajes, tornillería y pequeño material para la sujeción de las mismas a las restructuras correspondiente según corresponda por zona.

- Las cajas de string estarán fabricadas de materiales resistentes a las condiciones ambientales de funcionamiento, agentes atmosféricos o polvo, cumpliendo la normativa vigente al respecto, se cerrarán herméticamente y dispondrán de un dispositivo de seguridad.

  Las cajas deberán tener una envolvente de protección mínima de IP65 IK10. Deben estar protegidas contra la humedad y cumplirán los requisitos exigidos bajo las condiciones ambientales siguientes:

  - **Humedad relativa.**: Mínima 65% hasta 55ºC, Máxima 93% hasta 40º C. el fabricante deberá entregar cálculo de disipación de calor para exposición directa al sol.
  - **Temperatura de Funcionamiento.**: -30ºC< t< 70ºC
  - Deberá poseer sistemas que permitan evitar la condensación de la humedad, como rejillas y otros tipos de ventilación, con los que se haya estudiado el intercambio de masa de aire que impida la condensación, y dispondrá de sistemas de drenaje que eviten el estancamiento del agua en el interior de la envolvente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- La envolvente será resistente al envejecimiento por la radiación UV directa del sol, según la norma UL 746C.

- El fabricante deberá entregar cálculo de disipación de calor para exposición directa al sol.

- Para el caso de los cables DC principales de Aluminio de salida (+) y (-) y el cable de tierra, las cajas dispondrán de sus correspondientes prensa-estopas para proteger de la humedad en función de los calibres de salida de 185, 240, 300 y 400 mm^2 Las juntas elastoméricas de estanqueidad cumplirán la norma UNE 53567 y tendrán un nivel de protección IP 68.

- Si las partes metálicas de la envolvente de la caja de string tuviesen la posibilidad de tener reacción química con el material de la estructura, se deberán seguir las prescripciones del contratista, de cara a aislar el contacto directo de los metales entre sí para evitar corrosiones tempranas químicas de los metales en dicho caso el sistema de tierras ira obligatoriamente con cable de tierra de 35 mm^2, unido a estructura con grapa de tierra.

- Codificación: Las cajas de string vendrán perfectamente etiquetada en el sistema de identificación de componentes del Proyecto.

Internamente, las pletinas del cable de salida general (+) y (-) irán debidamente identificadas.

5.8.3. Requisitos eléctricos

Los requisitos eléctricos para las cajas de agrupamiento de conexiones, son los siguientes:

- Todos los componentes fusibles, seccionadores en carga, conectores, etc. serán nominalmente de 1500V.

- Las partes conductoras accesibles en el interior del conjunto no deben conectarse al circuito de protección, es decir, no deber ser objeto de una medida de protección que implique el uso de un circuito de protección. Esto se aplica también a los aparatos incorporados, aunque tengan un borne de conexión para un conductor de protección.

- El negativo común irá aterrado a nivel de inversor para obtener una disposición de Grounded Pole, y las partes metálicas de las cajas no se conectarán al conductor de protección para respetar la Clase II.

- Las bases porta fusibles deberán tener un fácil acceso para ser comprobado el estado de los fusibles con multímetro. El sistema de monitorización deberá permitir la indicación del estado de bueno/fundido de los fusibles que alberguen, de manera óptica y sin necesidad de utilizar instrumentación de chequeo.

- Solamente los positivos de los circuitos solares de los strings o cadenas de módulos, tendrán fusible, los negativos no dispondrán.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los calibres del cable de Aluminio de salida general de la caja de string, Serán de entre 185, 240, 300 y 400mm^2. Las pletinas de la caja de string deberán poder soportar este calibre de salida.

- Las cantidades de circuitos solares, que oscilan entre 15 y 30 ramas, darán 6 tipos de cajas de string a medida. Estas cajas de string, según la corriente de salida que se haya agrupado en los circuitos de aluminio, dispondrán de un seccionador que para labores de mantenimiento y reparación que deberán poder cortar en carga las corrientes de cada tipo de caja de string box.

- Las cajas de string, dispondrán de descargador de sobretensiones en el bornero de salida general de al menos tipo I + II.

- Las cajas de string dispondrán de los medios de conexión necesarios para conectar el cable de tierra de campo que se instale, típicamente de secciones 35mm2, 50 mm2 o 70 mm2. Ahora bien, el cable de tierra interno que conecta este EARTHING POINT al descargador de sobretensiones I+II tiene una sección de 10 o 16 mm2 de acuerdo a la normativa EN50539-12.

- Toda la circuitería de metal a al aire, como el bornero principal, deberá disponer de una barrera de metacrilato que impida el contacto accidental a la hora de abrir la envolvente. No así con otras partes, como las bases porta fusibles, que no necesiten de tener barrera de metacrilato para su operación o chequeo.

5.8.4. Requisitos de monitorización

- Alimentación a través del propio campo, por lo que se requiere de una fuente de alimentación de 1500vdc. La fuente de alimentación deberá estar debidamente protegida contra sobreintensidades y disponer de filtro que garantice la EMC
- Medida individual de intensidad, tensión y potencia de cada entrada
- Máximo error en la medida de corriente de +-0.5%
- Medida de corriente inversa
- Máximo error en la medida de tensión de +-1%
- Interfaces de comunicación basado en Modbus TCP/IP (Ethernet), Modbus RTU (RS485) y Wireless ISM band.
- Rango de temperatura de operación entre -40ºC y 85ºC
- Sensores de temperatura PT100
- Mediciones de corrientes y tensiones no invasivas basadas en tecnología de efecto Hall

5.8.5. Requisitos constructivos

El suministrador debe incluir los soportes y herrajes necesarios para su instalación en hinca.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los elementos internos deben estar claramente identificados mediante etiquetas individuales. Todo el etiquetado se realizará de forma que sea duradero en el tiempo (25 años) y resista las condiciones ambientales.

Se debe añadir una etiqueta de señalización de riesgo eléctrico en la puerta. Los policarbonatos de protección internos deben tener cada uno su propia etiqueta de señalización de riesgo eléctrico.

Se instalarán zócalos la parte baja de la caja con el fin de cubrir la subida de cables a cajas de string, como se muestra en la siguiente imagen.



Ilustración 8: Zócalo caja



Ilustración 9: Zócalo caja

5.8.6. Documentación

El fabricante de cajas de string deberá mandar toda la documentación técnica estándar como:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Hojas de datos técnicos garantizados para cada caja de string.
- Manual de instalación.
- Estudios varios demandados, como p.ej. estudio de evacuación de humedad o sistema anti-condensación y estudio de disipación de calor para exposición directa al sol.
- Trazabilidad de la calidad de los productos.
- Certificados que atestigüen que Documentación que demuestre que las cajas están verificadas, probadas, ensayadas y su cumplimiento de los diversos estándares y normativas técnicas de instalación vigentes.
- Certificados de ensayos FAT/SAT y otros test de fiabilidad del producto, Siguiendo la norma IEC más exigente que aplique.

5.8.7. Calidad

Una vez adjudicado el pedido correspondiente, se llevará a cabo un proceso de aseguramiento de la calidad formado por los siguientes aspectos:

- Inspecciones de fabricación
- Ensayos individuales en fábrica
- Ensayos de recepción

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de calidad en cada uno de los aspectos mencionados, se comunicarán todas las desviaciones o no conformidades.

A tal efecto, se consideran desviaciones:

- Todo cambio respecto a los requerimientos recogidos en este documento de Especificación del Pedido que no haya sido previamente aprobado por FORESTALIA como excepción.
- Cualquier resultado no conforme de los controles dimensionales, ensayos, inspecciones o pruebas que se efectúen durante el proceso de fabricación y en las finales o de funcionamiento.
- Inadecuada calibración de los equipos de control, medida y ensayo, ya sean de laboratorio de alta tensión o cualquier etapa del proceso productivo.
- Cualquier parte del suministro que no esté de acuerdo con el contrato o los documentos aprobados por FORESTALIA.

Al producirse una desviación o no conformidad, el suministrador establecerá las medidas necesarias y enviará a FORESTALIA un informe para su aprobación en el que describirá suficientemente el problema y hará una propuesta de solución.

La recepción del suministro en los términos indicados en el documento contractual del pedido, requerirá, entre otros aspectos, tener resueltas satisfactoriamente todas las desviaciones o no conformidades abiertas en el proceso de aseguramiento de la calidad y que afecten

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

sensiblemente al comportamiento del suministro en la explotación, en el montaje y en el tendido.

5.8.7.1. Requerimientos de calidad

El proveedor deberá demostrar que tiene implementado y funcionando en su fábrica un sistema de Garantía de Calidad con programas y procedimientos documentados en manuales, cumpliendo la siguiente Norma:

- ISO 9001: Sistemas de calidad - Modelo de garantía de calidad en diseño, producción, instalación y servicio.
-

Además, idealmente deberá contar con la siguiente certificación de gestión ambiental:

- ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental - Modelo de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación, cumplimiento de la reglamentación ambiental.

5.8.8. Garantías y seguridad de uso

Las garantías serán las establecidas en el contrato de obra, suministro y/o instalación y en todo caso cumplirá con la legislación vigente al respecto.

La expectativa de vida útil de los materiales debe de ser de 30 años y debe cumplir con las normativas específicas para cada equipo que conforma la caja de string.

Junto con las condiciones de suministro y oferta se deberá entregar un documento con las garantías ofrecidas.

El fabricante debe suministrar la información relativa al procedimiento de instalación y recomendaciones para proteger los materiales de agentes externos que puedan afectar su desempeño, tales como lluvia, animales, temperaturas extremas, contaminación, etc.

El fabricante debe indicar las condiciones mínimas de seguridad y prevención de riesgos (advertencias y precauciones) que se deben seguir para garantizar la seguridad del personal y del producto ante una utilización incorrecta del mismo.

5.8.9. Certificados

Los ensayos, certificados de productos, medidas y verificaciones de acreditación serán realizados por los laboratorios indicados por el fabricante, estando estos laboratorios acreditados por ENAC para la realización de los mismos.

En el supuesto de que para alguno de los ensayos, medidas o verificaciones no se disponga de un laboratorio con acreditación ENAC, dicho ensayo, medida o verificación se realizará en un laboratorio de reconocido prestigio, previa aprobación del cliente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los productos ofertados tienen que poseer el certificado de que cumple con las normativas particulares para cada equipo que conforme la caja de string.

5.8.10. Pruebas de aceptación en fábrica

Todo el equipo suministrado debe cumplir con las pruebas de aceptación en fábrica requeridas en las normas incluidas en esta especificación.

Se deberán llevar a cabo todos los ensayos mecánicos y eléctricos necesarios para verificar la conformidad de lo fabricado con lo especificado, con los estándares definidos durante la fase de diseño y para enfatizar posibles daños en el material o fallos de diseño.

Se deberán desarrollar ensayos de rutina en las instalaciones del Suministrador con cargo al mismo.

Los ensayos de rutina se llevarán a cabo para los siguientes componentes:

- Ensayos para la configuración de las cajas
- Ensayos para los equipos y componentes instalados en las cajas

Como mínimo se deberán realizar los siguientes ensayos para las cajas (esta lista no debe considerarse como exclusiva):

- Inspección del montaje incluyendo el cableado con ensayo a tensión de operación en caso de ser necesario:
    - Inspección visual y dimensional
    - Comprobación de actuación de todos los elementos mecánicos, enclavamientos, cerraduras, etc.
    - Comprobación dimensional incluyendo la posición y dimensiones de los espacios para cableado
    - Comprobación de la estructura, de las conexiones primarias y del cableado
    - Comprobación de pintura y otras medidas de protección contra las condiciones ambientales
    - Comprobación de los datos nominales y comportamiento del equipo
    - Comprobación del grado de protección
    - Comprobación de las placas identificativas y de las etiquetas
    - Comprobación de los accesorios de puesta a tierra

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Ensayos de tensión
- Comprobación de los elementos de protección y de la continuidad de los circuitos de protección
- Verificación de la resistencia de aislamiento

Los siguientes equipos también deberían someterse a pruebas de aceptación en fábrica de acuerdo a la normativa correspondiente:

- Seccionadores
- Material de aislamiento

5.9. ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La planta fotovoltaica estará compuesta por una serie de sensores meteorológicos con el fin de permitir la recolección y monitorización de un conjunto de valores que expresen las condiciones ambientales, a fin de evaluar los índices de rendimiento de la planta PV, así como poder actuar frente a posibles alarmas meteorológicas.

Se precisarán tres estaciones meteorológicas por cada 50 MWp de potencia instalada.

La estación meteorológica se ubicará cerca de los centros de transformación y en un lugar donde no produzca sombras sobre los módulos fotovoltaicos, y dispondrá, de al menos, de lo siguiente:

- Datalogger con unidad de transmisión RS-485 y Ethernet incluyendo todas las conexiones desde los distintos sensores
- Sistema de montaje sobre torreta incluyendo torre de 3m de altura.
- Tres (3) piranómetros EKO MS-80 ISO 9060 Clase estándar secundaria (según ISO 9060: 1990 e IEC 61724) o Sensor de irradiación de tipo A (piranómetro) uno instalado en horizontal, otro en el plano de los paneles por la cara anterior y el último en el plano de los paneles en la cara posterior, estos sensores deben estar previstos con 50 metros de cables
- Anemómetro ultrasónico y veleta para medir la velocidad y dirección del viento
- Un (1) sensor de temperatura de célula PT-1000

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Una (1) sonda de temperatura ambiente y de célula y un higrómetro para medir la humedad relativa
- Pluviómetro para media de precipitación de lluvia
- Sensor de presión atmosférica
- Cada estación meteorológica incluirá un módulo fotovoltaico con la tecnología de silicio multicristalino y potencia 45W
- Alimentación auxiliar mediante panel FV de 45W con una alimentación de respaldo a través de una batería.
- Visualizador frontal.
- Todos los equipos deben incluir los soportes.

5.9.1. Condiciones de diseño y fabricación generales

Los equipos han de cumplir todos los requerimientos necesarios para resistir las condiciones meteorológicas a la intemperie de acuerdo a las condiciones climatológicas del sitio. Los instrumentos tendrán sistemas de protección a la radiación solar y deben estar preparados para cumplir con todo el estrés de trabajo y condiciones a los cuales serán expuestos.

Los instrumentos estarán diseñados para operar correctamente y continuamente bajo condiciones de temperatura comprendidas entre -20ºC / +60ºC y hasta un 100% de humedad relativa.

Los instrumentos han de soportar estas condiciones durante las etapas de almacenamiento y transporte. El suministrador debe indicar los valores límites de temperatura y humedad en los cuales los instrumentos mantienen sus calidades y garantías.

Todos los instrumentos suministrados con las estaciones meteorológicas estarán calibrados en fábrica y ajustados de acuerdo a las hojas de datos. Se adjuntará un certificado de Calibración indicando la trazabilidad de la calibración, para cada uno de ellos.

Los transmisores deben ser inmunes a las interferencias electromagnéticas, de acuerdo con el estándar IEC 61000-6-2.

Las estaciones meteorológicas y todos sus instrumentos deben tener un índice mínimo de protección de IP65, de acuerdo con la IEC 60529, así como marcado “CE” y/o las normativas específicas que establezca la regulación de España

Cada estación meteorológica debe incluir una placa de acero inoxidable en la cual estarán grabadas al menos características tales como tag, fabricante, modelo instrumento, servicio y número de serie.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cada estación meteorológica incluirá un módulo fotovoltaico con la tecnología de silicio multicristalino y potencia 45W, con soporte incluido para colocar en la estructura de la estación meteorológica y alimentación de respaldo a través de batería para que la estación meteorológica pueda autoalimentarse en caso de pérdida de alimentación.

5.9.2. Datalogger

Cada Estación Meteorológica debe incluir un datalogger para la comunicación con los diferentes sensores necesarios.

El datalogger debe incluir los siguientes requerimientos:

- Sistema para su montaje.
- Todo el cableado, hardware, software y los elementos necesarios para la integración de todos los sensores.
- Datalogger capaz de operar en un rango de temperatura entre: -55ºC a 85ºC.
- El datalogger debe disponer de suficiente memoria para almacenar las muestras de 30 días, disponer de interfaz de comunicaciones Ethernet (interfaz RJ45 10/100BASET) y soportará comunicaciones sobre Modbus TCP. Tendrá un período de registro de 1 minuto.
- El datalogger deberá incluir al menos dos (2) puertos Ehternet para soportar al menos cuatro (4) conexiones simultáneas.
- Armario con cierre resistente al clima para el datalogger, adecuado para su instalación en intemperie. Debe incluir cargador/regulador y batería.
- El datalogger se alimentará desde el cuadro de Servicios Auxiliares del Centro de Transformación más cercano a la estación meteorológica, para lo que será necesario una tirada de cable de alimentación de máximo 100 metros, que debe de estar incluido en el alcance.
- Entradas 4-20 mA para los tres piranómetros a conectar. Se deben de suministrar los soportes para los mismos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.9.3. Sensores necesarios

Cada Estación Meteorológica, debe disponer de los siguientes elementos:

- Un (1) sensores de temperatura PT1000, salida 4-20 mA colocados en un tracker cercano a la WS, cable de 50m.
    - Longitud de cable necesaria hasta el datalogger.
    - A ser instalados detrás de los módulos PV. Se deberá contemplar el modo y materiales necesarios para su correcta fijación a los módulos PV, que asegure su fijación permanente, debiendo el proveedor describir con detalle el modo de instalación previsto.

Tabla 5: Parámetros sensor temperatura

Medida	Rango de medida	Unidades	Precisión	Rango de Funcionamiento
Temperatura módulo PV	-50ºC hasta +140ºC	ºC	± 0.2 ºC	-40ºC hasta 135ºC

- Un (1) sensor de temperatura ambiente y un (1) higrómetro.
    - Deben disponer de protección de radiación ventilado.
    - A ser instalados sobre torre a suministrar. Se debe contemplar el sistema de sujeción adecuado a la torre.
    - Longitud de cable necesario hasta el datalogger.

Tabla 6: Parámetros sensor temperatura ambiente y higrómetro

Medida	Rango de medida	Unidades	Precisión	Rango de Funcionamiento
Temperatura del aire	-40ºC hasta +100ºC	ºC	± 0.3 ºC	-50ºC hasta100ºC
Humedad Relativa	0 hasta 100%	HR	± 3.3 % HR (Máximo error)	-50ºC hasta100ºC

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Un (1) pluviómetro
    - A ser instalados sobre torre de 3m de altura a suministrar. Se debe contemplar el sistema de sujeción adecuado a la torre.
    - Longitud de cable necesaria hasta datalogger.

Tabla 7: Parámetros pluviómetro

Medida	Rango de medida	Unidades	Precisión	Rango de Funcionamiento
Precipitación de lluvia	-	mm/hr	3% hasta 50 mm/hr	-20ºC hasta 50ºC

- Sensor de presión atmosférica (Barómetro)

Tabla 8: Parámetros sensor presión atmosférica

Medida	Rango de medida	Unidades	Precisión	Rango de Funcionamiento
Presión atmosférica	600 hasta 1100 mb	Mb	± 2 mb	-40ºC hasta +60ºC

- Un (1) anemómetro ultrasónico y sensor de dirección del viento
    - A ser instalados sobre torre de 3m de altura a suministrar. Se debe contemplar el sistema de sujeción adecuado a la torre.
    - Longitud de cable necesaria hasta el datalogger.

Tabla 9: Parámetros anemómetro y sensor dirección de viento

Medida	Rango de medida	Unidades	Precisión	Rango de Funcionamiento
Velocidad del viento	0 a 60 m/s	m/s	± 0.2 m/s	-40ºC hasta +60ºC

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

			2% del rango si v>15 m/s	
Dirección viento	0º a 360º	º	± 3 º	-40ºC hasta +60ºC

- Tres (3) piranómetros EKO MS-80 ISO 9060 Clase estándar secundaria (según ISO 9060: 1990 e IEC 61724) o Sensor de irradiación de tipo A (piranómetro) uno instalado en horizontal, otro en el plano de los paneles por la cara anterior y el último en el plano de los paneles en la cara posterior, estos sensores deben estar previstos con 50 metros de cable.
    - A ser instalados sobre torre de 3m mástil de 40mm x 1.5mm x 750mm de aluminio anodizado para el piranómetro horizontal y en el tracker para los piranómetros en el plano de panel. Debe incluir sistema de sujeción adecuado.
    - Longitud de cable necesaria hasta el datalogger.

Tabla 10: Parámetros piranómetros

Medida	Rango de medida	Unidades	Precisión	Rango de Funcionamiento
Radiación	0 hasta 4000 W/m2	W/m2	±5% @ 700 W/m2 Clear day	-40ºC hasta 80ºC

- 3 Albedómetros Clase estándar secundaria (según ISO 9060: 1990 e IEC 61724)
    - Debe incluir sistema de sujeción adecuado.
    - Longitud de cable necesaria hasta el datalogger

5.9.4. Parámetros a medir

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los parámetros a medir por el SCADA de la planta PV en tiempo real deben incluir como mínimo los parámetros de la siguiente tabla. El valor de estos parámetros debe ser suministrado mediante protocolo Modbus TCP por el datalogger de la estación meteorológica.

Tabla 11: Parámetros medidos por SCADA

Parámetro	Unidad	Símbolo	Componente necesario	Precisión	Intervalo de Muestreo (s)
Radiación global (plano módulo PV)	W / m2	Ginc	Piranómetro	± 25 W/m2	< 5
Temperatura módulo PV	ºC	Tmod	Sensor PT-1000	± 0.15ºC	< 60
Temperatura ambiente	ºC	Tam-out	Termómetro	± 0.3 ºC	< 60
Humedad Relativa	%	HR	Higrómetro	± 3.3 % HR	< 60
Precipitación de lluvia	mm/hr	LLhr	Pluviómetro	± 3%	< 5
Velocidad del Viento	m/s	SW	Anemómetro	± 0.2 m/s	< 60
Dirección viento	º	DW	Veleta	± 3 º	< 5
Presión Barométrica	HPA	Pat	Sensor barométrico	± 2 mb	< 60
Tension Batería del Datalogger	Voltios DC	Vbat	Datalogger	± 0.1 V	< 60
Albedo	W / m2	Ginc	Piranómetro	± 25 W/m2	< 5

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.9.5. Torre para instalación de la estación meteorológica

Para la instalación de cada Estación Meteorológica se requiere una torre de 3m de altura con una base no inferior a 360mm. Estas deberán de soportar los sensores de velocidad y/o dirección del viento, así como lo sensores propios que componen la estación meteorológica. Se preferirá que la base a utilizar por la estructura, sea de tipo rígida y no basculante, independientemente del uso de vientos, si así también se considera necesario para asegurar la estructura.

Se deberá de aportar certificado estructural para velocidades de viento de 180Km/h, así como el cálculo de las cimentaciones necesarias para su sustentación.

5.9.6. Interfases de comunicación y protocolos

La estación meteorológica debe disponer de una interfaz que permita la comunicación del datalogger vía protocolo ModbusTCP (Ethernet), SCADAs y Teletrans (protocolo Geonica).

Incluirá 2 puertos Ethernet, cada uno de ellos soportará al menos cuatro conexiones simultaneas.

La conexión entre el datalogger y el Switch Ethernet (existente en cada centro de transformación) será mediante cable Ethernet (Cat.6). Será necesario un patchcord Cat.6 para su conexión, de una longitud aproximada de 100 metros.

El sistema SCADA de la planta PV recogerá la información meteorológica del datalogger mediante protocolo Modbus/ TCP. El proveedor será responsable de suministrar el listado de variables Modbus de acuerdo a los parámetros mínimos a medir descritos en el apartado anterior. Deberá indicar si es necesaria alguna señal adicional que considere indispensable para el correcto monitoreo de las estaciones.

5.9.7. Cableado de sensores

El cableado a utilizar en todos los sensores debe ser específico para instrumentación y tener características outdoor que aseguren su funcionamiento en las mismas condiciones que los sensores. No serán aceptables cableados que no cumplan estos mínimos requerimientos. Los cableados deben ser continuo desde cada sensor hasta el datalogger. No está permitido empalmes o transiciones en el cable.

5.9.8. Alimentación de respaldo

Se necesita, como alimentación de respaldo de la Estación meteorológica, la instalación de un módulo fotovoltaico de 45W de silicio multicristalino con soporte para colocar en la torre.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.9.9. Vida útil

Los equipos incluidos en el alcance de suministro deben estar diseñados para una vida útil de 25 años, considerando mantenimiento normal y teniendo en consideración los desgastes sufridos por las condiciones de trabajo.

5.9.10. Requerimientos de mantenimiento

El suministrador de la estación será responsable de establecer el procedimiento de mantenimiento apropiado para la correcta operación de los equipos.

Debe también suministrar una lista de componentes que requieren mantenimiento periódico o remplazo. La frecuencia de las operaciones debería ser incluida.

5.10. TIERRAS

Se dispondrá un sistema de puesta a tierra en la planta FV que conectará los elementos metálicos de la misma a tierra, como pueden ser las estructuras fotovoltaicas, los centros de transformación, las cajas de string, sistema de seguridad, cerramiento perimetral, estaciones meteorológicas etc.

La red de tierras general de la planta será enterrada y discurrirá por las zanjas de baja y media tensión, así como por zanjas propiamente de tierras.

La red de tierras tiene como objetivo garantizar la seguridad de las personas y equipos que forman parte de la instalación contra la aparición de potenciales peligrosos y asegurar un camino de retorno para las faltas a la tierra de forma que garanticen la actuación de las protecciones correspondientes.

Los equipos deberán ser diseñados de acuerdo con las tecnologías más avanzadas, mejores materiales y cumpliendo con las normas vigentes en el momento.

Para garantizar la continuidad de la red de tierras se utilizará:

- **Cable de cobre**: Éste puede ser tanto desnudo, como cable verde/amarillo y tendrán diferentes secciones en función de los elementos a conectar. Las secciones estándar a utilizar serán las siguientes:
  - Desnudo enterrado de 35mm² para la red de tierras general
  - Desnudo enterrado de 50mm² para la red entre centros de transformación
  - Verde/amarillo de entre 16 y 35mm² para la conexión entre estructuras fotovoltaicas
  - Verde/amarillo de entre 16 y 35mm² para la conexión de las cajas de string y otros cuadros eléctricos
  - Verde/amarillo de entre 16 y 35mm² para la conexión de las estaciones meteorológicas

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Verde/amarillo de entre 16 y 35mm² para la conexión de los báculos del sistema CCTV

- Picas/Varillas de puesta a tierra
- Terminales de conexión
- Soldaduras exotérmicas o aluminotérmicas
- Grapas de tierras
- Tornillos autorroscantes

5.10.1. Especificaciones de los materiales

5.10.1.1. Cable de cobre desnudo

Los conductores de cobre desnudo servirán para la red general enterrada, debiendo ser de cobre electrolítico desnudo, temple medio duro, clase 2A, formación de 7 hilos de cobre. De sección 35mm² para la red general en el campo fotovoltaico y para la red perimetral y de sección 50mm² para la conexión entre centros de transformación.

Los conductores suministrados deberán ser diseñados, fabricados y ensayados con base en la última edición de la normativa de aplicación.

Como se ha indicado, discurrirán principalmente por las zanjas de baja y media tensión, así como por zanjas específicas de tierras. La profundidad a la que discurrirán los cables será la indicada en los planos de detalles de zanjas de proyecto

El cableado deberá ser certificado para su instalación al aire libre o directamente enterrado y presentar alta resistencia a golpes, la intemperie y la radiación solar.

5.10.1.2. Cable de cobre aislado

Las principales características de los cables de cobre aislados son: cable de cobre, aislamiento HEPR, cubierta PVC, clase 5, sección de entre 16 y 35mm²

Los conductores suministrados deberán ser diseñados, fabricados y ensayados con base en la última edición de la normativa de aplicación.

El cableado deberá ser certificado para su instalación al aire libre o directamente enterrado y presentar alta resistencia a golpes, la intemperie y la radiación solar.

5.10.1.3. Picas/varillas de puesta a tierra

Las picas de puesta a tierra serán de acero cobre, de alta resistencia de dureza Brinell comprendida entre 180 y 220 H con punta de penetración, tubo de acoplamiento y tornillos.

Las picas se compondrán de un núcleo de acero al carbono, recubierto con una capa de cobre electrolítico de un mínimo de 95% de pureza uniforme y un espesor mínimo de 250 µm. La composición de fósforo y azufre no podrá exceder del 0,04% y del cinc deberá ser 0%.

Deben poseer un extremo con terminación en punta cónica para facilitar la finalización. En el otro extremo deberá ser roscado para evitar la formación de óxido por humedad y microorganismos. La longitud total de los vástagos deberá ser de 2000 mm y de diámetro 5/8 '. En todos se admitirá una tolerancia en la longitud de + 5 mm.

5.10.1.4. Terminales de conexión

Se utilizarán terminales de compresión de cobre electrolítico, aptos para cables de cobre desnudo y aislado. Deberán protegerse contra la corrosión y la oxidación mediante el

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

recubrimiento electrolítico de cinc o cromo (bicromado). El diámetro del orificio será de 12,8 mm para secciones de conductor de 50 mm^2 a 240 mm^2 y de 11 mm para secciones inferiores.

5.10.1.5. Soldaduras exotérmicas o aluminotérmicas

Las uniones soldadas serán utilizadas para unir tramos de cable de cobre desnudo en los cruces y extensiones principales, siempre que estén enterradas.

Estas uniones serán de base aluminotérmica, (reducción de óxido de cobre a cobre por aluminio metálico mediante una reacción exotérmica) comúnmente reciben el nombre de soldaduras exotérmicas o aluminotérmicas.

En el suministro deberán incluirse todos los accesorios necesarios para la ejecución de las soldaduras exotérmicas y la correcta construcción de red de puesta a tierra de la planta, tales como moldes, cartuchos de ignición, alicates de molde, cepillos, etc.

El molde deberá ser suministrado para la sección de cables adecuada y deberán ser aptos para funcionar en las condiciones de servicio que se estipulan a continuación:

- Temperatura ambiente del aire (Ta)
    - Valor máximo: 40 ºC
    - Valor medio máximo en un período de 24 h: 35 ºC
    - Valor medio anual: menor de 35 ºC.
    - Valor mínimo: -10 ºC
- Condiciones atmosféricas.
    - La humedad relativa máxima será de 100% a 20 ºC.
    - Deberá tener en cuenta las condensaciones que puedan ser producidas por variaciones de la temperatura.
    - También debe tener en cuenta las condiciones climáticas y salinas propias de un país costero.

Las uniones soldadas deberán tener una dureza Rockwell igual o mayor que 67 HRF para las superficies exteriores y 57 HRF para las superficies interiores, así como deberá resistir sin desprendimiento, rotura u otro defecto a fuerzas aplicadas.

5.10.1.6. Grapas de tierras

Se podrán utilizar diferentes tipos de grapas.

Grapa de tierra



Ilustración 10: Grapa de tierra

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Grapa de doble superficie



Ilustración 11: Grapa de doble superficie

Grapa de tierra doble



Ilustración 12: Grapa de tierra doble

Las grapas deben tener alta conductividad eléctrica y resistencia mecánica, permitiendo la conexión por apriete. Deben estar compuestos de aleación de cobre.

5.10.1.7. Cajas de inspección

Permiten el fácil acceso al sistema de puesta a tierra para realizar inspecciones y mediciones. Tendrá un alto coeficiente de aislamiento, alta resistencia contra impactos y soportará más de 1000kg de peso.



Ilustración 13: Caja de inspección

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.10.2. Pruebas y ensayos de fabricación

Los materiales se someterán al menos a las pruebas siguientes:

- **Ensayos para cables desnudos y aislados:**
  - Resistencia de aislamiento medida a la temperatura ambiente.
  - Resistencia de aislamiento medida a la máxima temperatura del conductor en condiciones de funcionamiento normal.
  - Tensión aplicada durante 4 horas.
  - Medición del espesor de aislamiento y cobertura (cuando proceda).
  - Determinación de las propiedades mecánicas de las yemas de las cubiertas antes y después del envejecimiento (cuando sea aplicable).
  - Ensayo de durabilidad en piezas de cables.
  - Ensayos de presión de alta temperatura en las cubiertas (cuando sea aplicable).
  - Ensayos de coberturas a bajas temperaturas (cuando sea aplicable).
  - Resistencia de las cubiertas a las grietas (cuando sea aplicable).
  - Acoplamiento del aislamiento (cuando sea aplicable).
  - Prueba de absorción de agua.
  - Prueba de retardo de llama (cuando sea aplicable).

- **Ensayos en los moldes:**
  - Verificación dimensional.
  - Verificación de dureza Rockwell, mediante la realización de un promedio de 3 a 9 medidas para cada zona de ensayo según el tamaño de la unión soldada.
  - Comprobación del estiramiento: Sobre una unión soldada realizada con dos cables de cobre de 35 mm², una máquina de tracción aplicará en la unión soldada una fuerza de tracción del 25% de la resistencia a la tracción nominal del cable. La fuerza de tracción se aplica a una velocidad tal que llegue al valor de ensayo a 30s, manteniéndose constante durante 60s.
  - Grietas, sobre la unión soldada cuando se aplica el ensayo de estiramiento, se continuará el ensayo hasta producir la grieta de alguna de las piezas. Deberá ser verificado que las grietas no fueron producidas en el cuerpo de la soldadura, sino sobre las piezas soldadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Ensayo eléctrico: El ensayo consistirá en realizar tres ciclos de calentamiento / enfriamiento. En cada ciclo se aplicará una corriente mínima de 1 kA durante 5 segundos y luego se aplicará un enfriamiento hasta alcanzar la temperatura ambiente. Se permitirá aplicar un enfriamiento forzado. Antes y después de cada ensayo eléctrico de calentamiento se medir las resistencias óhmicas de la soldadura. El valor de resistencia óhmica final (después del calentamiento) debe ser menor o igual al valor de resistencia óhmica inicial (antes del calentamiento).

- **Ensayos para terminales:**
  - Control dimensional.
  - Análisis químico.
  - Espesura de cobertura electrolítica.

Los informes se realizarán sobre un 1% de muestras aleatorias, siendo por lo menos dos muestras por lote.

- **Ensayos de picas de tierra:**

Los ensayos de verificación de las picass se efectuarán de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

- Verificación de la adherencia de la cubierta de cobre.
- Verificación del grosor de la cubierta de cobre.
- Ensayo de la dureza del acero, mediante la aplicación, con una bola de 2,5 mm de diámetro, una carga de 187,5 kgf durante 30 segundos.
- Ensayo de envejecimiento térmico.
- Ensayo de corrosión.
- Ensayos de indeformabilidad en la clavación.

5.11. SISTEMA DE SEGURIDAD

Se dispondrá un sistema de seguridad en la planta FV que consistirá en tres subsistemas.

- Vallado perimetral: no forma parte del alcance de la presente especificación.
- Sistema de videovigilancia (CCTV) (verificación)
- Sistema de alarma anti-intrusión perimetral (detección)

5.11.1. Sistema de videovigilancia (CCTV)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Consistirá en un circuito cerrado de televisión y videovigilancia (CCTV) el es un sistema donde todos los elementos que lo componen están enlazados para controlar, en este caso, el acceso y las zonas comunes de la planta solar, permitiendo una gestión de todas las imágenes desde el punto de control destinado para ello y emitiendo una señal de alarma si se produce alguna situación de riesgo. Por tanto, el sistema deberá detectar presencia en esas zonas generando las correspondientes alarmas, grabación de imágenes, etc.

Se considera necesario disponer un ancho de banda necesario de 2MBps simétricos con una disponibilidad del 99,95% anual garantizada quedando a cargo del contratista la gestión del suministrador del servicio.

5.11.1.1. Funcionalidades del sistema

El sistema se diseñará para al menos cumplir con las siguientes funcionalidades

- Permitir la visualización en tiempo real de todos los eventos producidos dentro del campo de aplicación.
- Emitir una alarma ante cualquier intento de entrada no autorizada y/o intrusión.
- Permitir una visualización a distancia de todas las imágenes del recinto.
- Control central o remoto de todas las imágenes, ya sea durante una operación normal o durante situaciones de emergencia para esclarecer conflictos de seguridad.
- Almacenamiento y gestión de una base de datos de históricos de alarmas y actuaciones para posteriores consultas.

5.11.1.2. Protocolo de funcionamiento

Transmisión de imágenes

Es necesario que los diversos componentes del sistema de CCTV se comuniquen entre sí, transmitiendo las imágenes entre ellos del siguiente modo:

- Cámaras con Grabadores: Las cámaras deberán crear un flujo constante de transmisión de las imágenes, con la mayor calidad (resolución, imágenes por segundo y nivel de compresión) que se defina para la función que haya de desempeñar la cámara.
- Cámaras con Puestos o Monitores de Visualización y/o Gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a una cámara, ésta transmitirá la misma con una calidad (resolución, imágenes por segundo y nivel de compresión) adecuada a las necesidades de visualización.
- Grabadores con Puestos o Monitores de Visualización y/o Gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a un grabador, éste la enviará con la misma calidad con la que haya sido almacenada, aunque habitualmente se transmitirá con la misma calidad que la empleada para almacenar la imagen.

Almacenamiento de imágenes

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las imágenes transmitidas hasta los grabadores en red de CCTV se almacenan sin sufrir compresiones adicionales, en el formato en que fueron transmitidas. La grabación de las imágenes de las cámaras vendrá determinada por darse una de las siguientes situaciones:

- De manera automática, ante la generación de una incidencia considerada en el sistema como de importancia suficiente para ser grabada.
- De manera manual, cuando el operador que visualice las cámaras ordene al sistema hacerlo a través de un puesto de visualización o de gestión del sistema.
- De manera automática, en caso de que se haya programado el grabador para que almacene imágenes durante un periodo de tiempo determinado y de forma continua.

El máximo tiempo establecido para el grabado automático de imágenes será de un (1) mes siendo automáticamente eliminado su contenido pasado ese periodo de tiempo de acuerdo con la actual Ley de Protección de Datos 15/1999.

Como criterio general, se suelen almacenar imágenes de todas las cámaras del sistema con una tasa de imágenes y una resolución determinada, y que ésta cambie a voluntad de un operador o ante una incidencia. El operador podrá programar situaciones para que se almacenen imágenes durante un período determinado a una tasa mayor, en función de la operativa de la operativa de la planta.

Visualización de imágenes

Los puestos de visualización permitirán a los operadores, visualizar las imágenes captadas por las cámaras, tanto en directo como provenientes de grabaciones.

En este sentido, el sistema de visualización deberá capaz de realizar las siguientes tareas:

- Disponer de pre-configuraciones para la presentación en pantalla de varias cámaras.
- Posibilidad de asociar ciertas pre-configuraciones y selecciones de cámara con el horario, situación de la instalación u operador que maneja el sistema.
- Capacidad de solicitar las imágenes a mostrar con la resolución adecuada al número de cámaras a visualizar y al ancho de banda disponible.
- Capacidad de trazabilidad de las actuaciones de los operadores sobre el sistema.
- El sistema de Grabación el Video Software Management (VMS) MILESTONE, o similar.

5.11.1.3. Red de cámaras perimetral

Se dispondrá de una combinación mixta de cámaras fijas de imagen térmica y cámaras visibles convencionales ubicadas alrededor de todo el perímetro de la planta. Irán ubicadas en báculos, a una altura aproximada de 3.5m. Se situarán a una distancia unas de otras que permita una visión general de todo el contorno de la parcela.

El proveedor e instalador garantizará la cobertura de ángulos muertos al 100%.

Las distancias que se han considerado en este documento para analítica de vídeo inteligente (VIA) para cámaras térmicas y Video Logic para cámaras de espectro visible.

- Cámara 35mm – 360 metros
- Cámara 25mm – 250metros

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cámara 19mm – 180 metros
- Cámara 13mm – 140 metros
- Cámara espectro visible – 100 metros (dependiendo de la iluminación)

Las cámaras suministradas cumplirán con los siguientes criterios:

- Se debe indicar si disponen de garantía de 3 años o 5 años.
- Videointeligencia embebida
- Se instalarán en los báculos a una altura aproximada de 3.5 m sobre los mismos. Se instalarán con los elementos de sujeción necesarios adaptados a dichos báculos.
- Se comprobará que el campo de visión cubra la zona prevista, permitiendo que la cámara lleve a cabo la función para la que está definida.
- El conexionado de cableado tanto de comunicaciones como de potencia se realizada acorde a lo estipulado.
- No se dispondrán tramos de cableado que no discurran dentro de una canalización. Al realizarse la conexión por el interior de las canalizaciones previstas, no debería quedar ningún tramo de cableado a la vista.
- Las conexiones se realizarán:
    - Datos y alimentación: dentro de las carcasas de las cámaras
    - Se comprobará que la alimentación recibida en el interior de la carcasa de la cámara se encuentra en un intervalo del 5% (por encima o por debajo) de la tensión nominal definida por el fabricante.

5.11.1.4. Entrada principal / subestación / centros de transformación

En la entrada principal de la parcela se instalará cámaras provista de reconocimiento facial con el objetivo de supervisar en todo momento el acceso a las instalaciones.

Para ello, se instalarán cámaras Domo de forma distribuida, principalmente en cada uno de los accesos de la planta, en la subestación, así como junto los centros de transformación con estaciones meteorológicas cercanas; no descartando incluir más cámaras domo repartidas en otros diferentes lugares de la planta.

Especificaciones técnicas

Se propondrá un sistema de reconocimiento facial tanto para la entrada principal como para apoyo de video verificación por parte de un centro de control local o la CRA que se designe.

5.11.1.5. Software de control

Todo el hardware de seguridad será controlado por un software general del sistema de seguridad que se encargará del correcto funcionamiento del sistema, y cumplirá con las siguientes características.

- Cámaras soportadas.
    - Térmicas
    - IP convencionales.
- Sistema de autoaprendizaje.
- Sistema de gestión remota.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Compatibilidad con software de central receptora de alarmas.
- Posibilidad de diferenciar entre vehículos, personas, intrusos y otros.
- Filtrado automático de elementos (cambios de luz, plantas que se mueven con el viento, lluvia, etc.)
- Detección de cruce de barreras virtuales definidas por el usuario y áreas.
- Visualización de cámaras de forma remota a través de Internet y telefonía móvil.

Adicionalmente el software de control dispondrá de un sistema de grabación con la VMS Milestone o similar con licencias Profesional Plus o superior ensamblado en servidor o Husky.

Servidor del sistema

En el edificio del centro de control se instalará un rack metálico de 19" con un servidor industrial, que alojará las aplicaciones de del sistema, bases de datos y demás aplicaciones necesarias.

Los servidores suministrados cumplirán al menos con las siguientes características

- Procesador.....Intel Xeon E5-2609 4C/4T 2.40 GHz 10 MB
- RAM 8GB (2x8GB) DDR4
- Disco duro..... HD SAS 6G 1TB 7.2K HOT PL 3.5' BC (5 x 1 TB HD in RAID 5)
- Sistema operativo..... Windows Pro 10
- Pantallas de visonado 2 unidades ..... 32´´ Full HD
- Periféricos .....Teclado y ratón

El servidor contará con un sistema de alimentación ininterrumpida incluido dentro del propio rack que asegure el correcto funcionamiento del sistema de control en caso de pérdida de la alimentación principal. El sistema UPS deberá ser de tipología on-line de doble conversión. Comunicará con el servidor el estado de la batería y gestionará el apagado ordenado de los equipos.

La UPS será dimensionada para una vida útil de al menos 10 años. Esta batería estará dimensionada para el correcto funcionamiento del servidor durante al menos 3 h.

El SAI garantizará el ajuste permanente del voltaje y la frecuencia de salida.

El SAI contará con un sistema de Bypass automático que actuará en caso de sobrecarga o fallo del sistema para garantizar alimentación a los servicios esenciales en modo normal.

5.11.2. Cuadros eléctricos y de control

5.11.2.1. Diseño

El diseño de los cuadros será tal que permita ubicar, fijar y manipular con comodidad y seguridad todos sus componentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los cuadros estarán diseñados de forma que dispongan de, al menos, un 20% de espacio libre de reserva.

Deberán ser tipo mural para anclaje a los báculos con el fin de que no se puede tener acceso fácil desde el exterior a los cables de alimentación.

5.11.2.2. Envolvente

La envolvente de las Cuadros será de poliéster o acero inoxidable debiendo garantizar la inmunidad a la degradación en especial a rayos UV. La envolvente será de tipo armario con puerta de bisagras y con tejadillo de protección de lluvia. Los cuadros en posición de servicio deberán mantener, como mínimo, el grado de protección IP66 según la Norma UNE 20324, contra la penetración cuerpos sólidos y líquidos. Con la puerta exterior abierta el grado de protección mínimo será IP20.

Las partes interiores del cuadro deberán ser accesibles por la cara frontal del mismo, y su manipulación únicamente podrá realizarla personal autorizado de la Planta, por lo que deberá existir algún dispositivo para su cerramiento (no se acepta atornillar la tapa).

5.11.2.3. Entrada y salida de cables

Las entradas y salidas de cables de los cuadros de distribución se efectuarán por la parte inferior de los mismos, debiendo disponer éstos de una placa de montaje extraíble en su parte inferior para así facilitar la instalación.

La conexión de los cableados se realizará con bornas y acceso a la caja mediante presa estopa

Los regleteros de bornas para conexionado de todos los cables serán dispuestos en la parte inferior de los cuadros.

5.11.3. Puesta en marcha

El Suministrador deberá incluir en su propuesta los servicios de puesta en marcha completa del suministro incluyendo:

- Comunicaciones.
- Parametrización arranque de armarios de control.
- Software del sistema de seguridad
- Servicios auxiliares.

De forma previa al comienzo de la puesta en marca, el Suministrador deberá aportar los protocolos de puesta en marcha, así como los procedimientos de pruebas a realizar para la aceptación final del Suministro, que habrán de ser aprobados por la propiedad.

5.11.4. Pruebas

El Proveedor deberá proponer un Protocolo de Pruebas para los equipos, que deberá ser sometido a comentarios y aprobación del Comprador, de acuerdo con un formato previamente acordado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Antes de realizar las pruebas de aceptación, los aparatos estarán completos con todos sus accesorios, perfectamente armados y cableados.

Los aparatos de ensayo deberán estar correctamente calibrados y los certificados de calibración estarán disponibles para su consulta.

El Suministrador será responsable de la definición y realizará las pruebas finales in situ, antes de la puesta en marcha y arranque de los equipos de distribución.

Después de la instalación del montaje en obra, se realizará como mínimo la siguiente prueba / inspección:

- Inspección general del conjunto:
  - Inspección visual Control dimensional.
  - Etiquetado.
  - Control de limpieza y estado de material.
  - Identificación y recuento de materiales (disposición en armarios, estaciones de operación, cables, etc.)

- Pruebas Hardware:
  - Controladores
  - Fuentes de alimentación
  - Estaciones de operación (monitor, teclado, etc.)
  - Electrónica de comunicaciones
  - Sistemas de cableado (regleteros de bornas, interconexiones, etc.)
  - Se probarán el 100% de las señales y reservas cableadas.

- Pruebas software:
  - Se realizarán pruebas de software en todos los programas suministrados por el Vendedor: base de datos, editor, alarmas, gestión de video etc.

- Pruebas funcionales: en general se probarán todas las funcionalidades incluidas en el sistema tales como:
  - Pruebas de comunicación.
  - Entradas/salidas
  - Lazos de control.
  - Pantallas.
  - Secuencias de seguridad.
  - Alarmas.
  - Sistema de grabación.
  - Sistema de video análisis. (En caso de producir un índice superior a un 5% de falsas alarmas se determinará un no aplica del ajuste del sistema).
- Los informes se personalizarán una vez la planta haya estado en operación durante el periodo de garantía.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.12. PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

La actividad eléctrica atmosférica, y en particular los rayos nube-tierra, representan una seria amenaza para las personas, estructuras y servicios.

Los rayos causan anualmente:

- Daños en estructuras y en su contenido.
- Fallos en los sistemas eléctricos y electrónicos asociados.
- Daños a los seres vivos situados en las estructuras o próximos a ellas.

Para reducir las pérdidas causadas por los rayos deben aplicarse medidas de protección. Las características de las medidas de protección a adoptar se determinarán en base a la evaluación del riesgo.

El riesgo, será calculado de acuerdo a las normas IEC62305-2, UNE 21186, NFC17102 como la pérdida anual media probable en una estructura, teniendo en cuenta:

- El número anual de descargas atmosféricas que afectan a una estructura o a un servicio.
- La probabilidad de daños debidos a una descarga atmosférica.
- El coste medio de las pérdidas correspondientes.

Como mínimo el cálculo proporcionado que justifique las medidas de protección a adoptar incluirá los siguientes epígrafes.

- Dimensiones de la estructura
- Características de la estructura
- Influencias ambientales
- Líneas de conducción eléctrica
- Pérdidas de vidas humanas
- Pérdidas de servicios esenciales
- Pérdidas de patrimonio cultural
- Pérdidas económicas

5.12.1. Medidas de protección

Como norma general, deberán adoptarse las siguientes consideraciones en cuanto a medidas de protección:

- Sistema de Protección Externo con el Rayo con un **Nivel III** de protección
- Sistema de Protección Interno contra las Sobretensiones provisto de **Coordinadas según IEC 62.305-4.**
- Sistema de Protección contra incendios provisto de **Sistemas manuales.**
- Posibilidad de medidas de protección adicionales consistentes en **Sistemas de avisos.**
- Sistemas de puntas Franklin (protección pasiva) solo a nivel de centro de transformación y subestación de interconexión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cable de guarda en líneas de evacuación.

5.12.2. Protección externa contra el rayo

La protección externa contra rayos es el conjunto de elementos situados en o sobre el objeto a proteger y que sirven para captar y derivar la corriente del rayo a la instalación de puesta a tierra. Dicha protección consta principalmente de una instalación captadora, una instalación derivadora y una instalación de puesta a tierra.

Para reducir la probabilidad de que una descarga produzca daños físicos sobre la estructura es preciso la implantación de un Sistema de Protección contra el rayo de Nivel III que cumplirá como mínimo lo siguiente:

- Cumple con los requerimientos de las normativas nacionales y europeas UNE-EN 62.305, UNE-EN 50.164/1, UNE 21.186:11, NFC 17.102 y CTE.
- Ensayo de evaluación del tiempo de cebado de pararrayos PDC (anexo C UNE 21.186).
- Certificado de corriente soportada según UNE-EN 50.164/1.
- Ensayos medioambientales y de corrosión según norma UNE-EN 50.164/1 para componentes de protección contra el rayo (CPCR).
- Certificado de producto nº ES043902-C emitido por la entidad de certificación Bureau Veritas.
- Pararrayos ecológico, no emite ningún tipo de residuo en el medio ambiente y no precisa ningún tipo de alimentación externa.

La instalación de pararrayos constará de tres partes diferenciadas:

5.12.2.1. Instalación captadora

La instalación captadora de un sistema de protección contra rayos tiene la misión de impedir las descargas directas de rayo en el volumen a proteger, permitiendo reducir de manera controlada las consecuencias de dicha descarga.

El dispositivo de captación del rayo agrupa a todos los elementos o partes metálicas sobre las que el rayo puede impactar. Estas pueden estar emplazadas por encima o al lado de la edificación que debe ser protegida y sirven como blanco para el impacto de la descarga. La instalación captadora podrá realizarse mediante puntas Franklin o jaulas de Faraday. En su ejecución deberán seguirse las directrices contenidas en la normativa UNE EN 62.305-3, en cuanto a niveles de protección y características de los materiales. Así, por ejemplo, si la instalación captadora consiste en una malla, deberá tenderse sobre la techumbre o cubierta del edificio, formando retículas de un mínimo de 5 x 5 metros hasta un máximo de 20 x 20 metros (según nivel de protección). En el caso de un edificio que supere una altura de 20 metros, deberán realizarse anillos exteriores a lo largo del perímetro del edificio a una separación entre ellos también de 20 metros. Asimismo, si hubiera algún elemento metálico sobre la superficie de cubierta, deberá unirse a la malla captadora (antenas, mástiles de bandera,etc...).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos aquellos elementos que sobresalgan de la edificación, tales como chimeneas, aristas, áticos, canalones, etc., son preferidos por el rayo para su impacto y deben ser incorporados, por lo tanto, al sistema de protección externa.

Los equipos con alimentación eléctrica situados en la cubierta por encima del plano donde se ha instalado la malla captadora (p. ej. aire acondicionado), deben protegerse mediante puntas captadoras o mallas adicionales. Estos elementos captadores, deberán separarse, al menos, 0,5 metros del equipo a proteger y unirse a la malla principal.

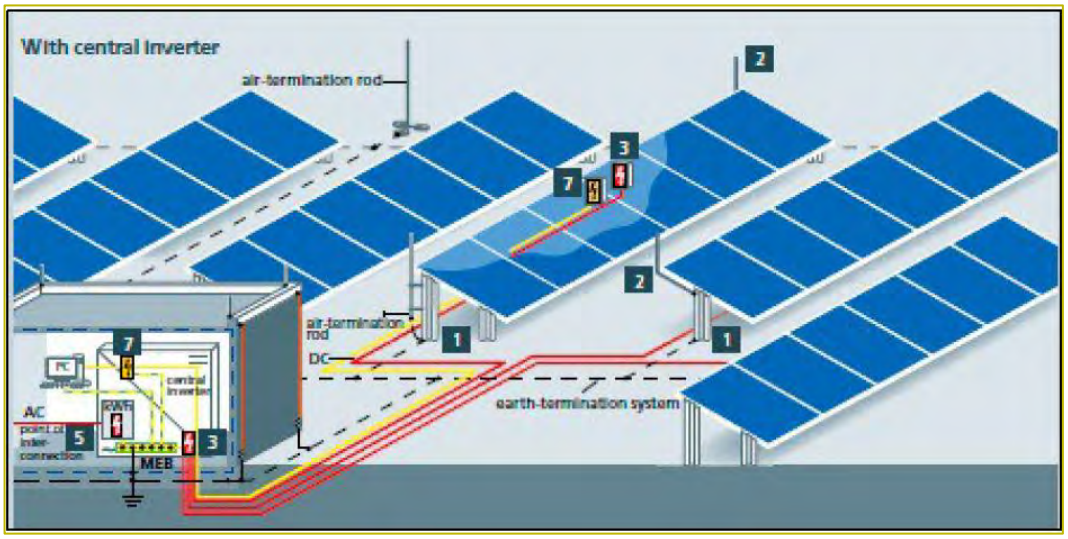


Ilustración 14: Instalación captadora

Es importante señalar que todas las partes metálicas usadas como dispositivos de captación del rayo, tienen que estar descubiertas o desnudas, permitiéndose sólo un recubrimiento superficial de pintura especial anticorrosiva.

5.12.2.2. Instalación derivadora

La instalación derivadora es la unión eléctrica conductora entre la instalación captadora y el sistema de puesta a tierra encargada de conducir la corriente de rayo a la instalación de puesta a tierra sin que se produzca un calentamiento indebido que pueda dañar la estructura a proteger. Deben estar dispuestos de tal manera que sean la continuidad directa de la instalación captadora.

Para evitar que en el proceso de derivación a tierra de la corriente de rayo se produzcan daños en la instalación, los derivadores deben instalarse del tal modo que, desde el punto de descarga del rayo hasta tierra:

- Existan varias bajantes paralelas para repartir adecuadamente la corriente.
- La longitud de estas bajantes se reduzca al mínimo posible (recto, vertical, sin bucles).
- Las uniones con partes conductoras de la estructura se efectúen en todos los lugares posibles.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se dimensionen de modo que se reduzca al máximo los efectos negativos del campo electromagnético generado al paso de la corriente del rayo.

El número de derivadores dependerá del perímetro exterior de la cubierta o tejado. Proyectando la superficie de cubierta sobre un plano, se deberá instalar un derivador cada 10, 15 ó 20 metros, según nivel de protección, del perímetro exterior. Deberán instalarse de la manera más regular posible, partiendo de las esquinas de la edificación.

Dependiendo de las características de la edificación, las distancias entre derivadores pueden ser diferentes. En cualquier caso, es necesario respetar el número total de éstos a instalar de acuerdo con el nivel de protección. En la norma UNE EN 62.305-3 (IEC 62.305-3) se indican las distancias medias entre derivadores y anillos perimetrales dependiendo del nivel de protección.

Tabla 12: Distancias medias entre derivadores y anillos perimetrales

Nivel de protección	Distancia típica
I	10 m
II	10 m
III	15 m
IV	20 m

Los elementos naturales de la estructura (p.ej. columnas de hormigón armado, paneles de hormigón prefabricado, estructuras metálicas de acero, etc. pueden utilizarse asimismo como derivadores si se garantiza la continuidad eléctrica de los mismos, por ejemplo, con bridas de puenteo.

5.12.2.3. Instalación de puesta a tierra

La instalación de toma de tierra es la prolongación de los dispositivos captadores y derivadores para dispersar la corriente del rayo en el terreno. Por ello, es de extraordinaria importancia que la instalación de puesta a tierra aporte una superficie mínima de contacto del electrodo con el terreno, de modo que se asegure que la corriente del rayo se transmite adecuadamente a tierra y se disperse en ella. Otros cometidos de la instalación de toma de tierra son, por un lado, realizar la compensación de potencial entre los derivadores y, por otro, realizar un control del potencial en las proximidades de las paredes del edificio.

El sistema de puesta a tierra definido debe estar conectado a una barra equipotencial interior para poder establecer el concepto de equipotencialidad de protección, esto es, la unión de todas las estructuras metálicas, tanto entrantes al edificio (tuberías, armaduras metálicas de cables de energía o transmisión de datos), como interiores al mismo (armarios metálicos, estructuras de hormigón armado, partes metálicas de la instalación, etc.), que evita las diferencias de potencial que puedan surgir entre estos elementos metálicos de la instalación.

Todo lo dicho para estructuras metálicas se hace extensivo para cables, tanto de transporte de energía como de transmisión de datos, que deben unirse a través de descargadores a la barra equipotencial, que a su vez debe estar unida a la red de tierras. Estos elementos merecen un

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

tratamiento especial dado que pueden transmitirse sobretensiones provenientes de las líneas a equipos eléctricos o electrónicos, y por tanto es necesario, para la protección de dichos equipos, intercalar descargadores que deriven las corrientes y limiten las sobretensiones que puedan aparecer, a valores que no afecten en modo alguno tanto a su integridad como a su correcto funcionamiento.

En el caso de que existan aparatos que necesiten, por distintas razones, tomas de tierra independientes (imperativo del fabricante, protección catódica, etc.), éstas se unirán indirectamente a la instalación de tierra general a través de vías de chispas de separación tipo KFSU.

En caso de descargas de rayo estas vías de chispas de separación se activan y conectan entre sí las distintas tomas de tierra y partes metálicas de la instalación. Una vez atenuada la corriente del rayo, las vías de chispas se descargan y se restablece la situación anterior.

5.12.2.4. Distancia de separación

El Sistema de Protección Contra el Rayo, debe diseñarse teniendo en cuenta el aislamiento eléctrico entre la instalación captadora y la instalación derivadora con respecto a las instalaciones metálicas y los equipos eléctricos y sistemas telecomunicación existente en el edificio o estructura a proteger. Esta característica se logrará asegurando una distancia de separación “s” entre las distintas partes conductora. Dicha distancia de separación se determinará según el nivel de protección correspondiente (III) y de acuerdo con lo dispuesto en la norma UNE EN 62.305-3 (IEC 62.305-3).

Cuando no sea posible respetar estas distancias, por imperativos de instalación, existe la posibilidad de utilizar conductores aislados especiales como el Conductor HVI o similar previa aprobación por parte de la propiedad.

5.12.3. Sistema de protección interna

Para reducir la probabilidad PC de que una descarga en la estructura produzca fallos en los sistemas internos, se debe proceder a la instalación de protectores contra sobretensiones transitorias de forma coordinada acorde a la IEC62305-4, para conseguir un nivel de protección inferior a la tensión soportada a impulso, de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Basándose en las normativas IEC 61643-12 y la IEC 62305, la selección y la instalación de los SPDs para la protección de sistemas fotovoltaicos depende de diversos factores, de los cuales los más importantes son los siguientes:

- El nivel isoceráunico (número de días de tormenta al año) del lugar de emplazamiento
- Características del sistema de bajo voltaje y del equipo a proteger
- La existencia de protección externa contra el rayo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Para una correcta protección del inversor contra sobretensiones, es requerida una conexión directa entre el inversor y el DPS.

En un sistema fotovoltaico, el núcleo principal es el inversor, por lo que la protección contra rayos y sobretensiones deberá estar focalizada en dicho equipo. Si queremos conseguir una correcta protección del inversor, deberemos instalar supresores DPSs tanto en el lado de DC como en el lado de AC como se observa en la figura.

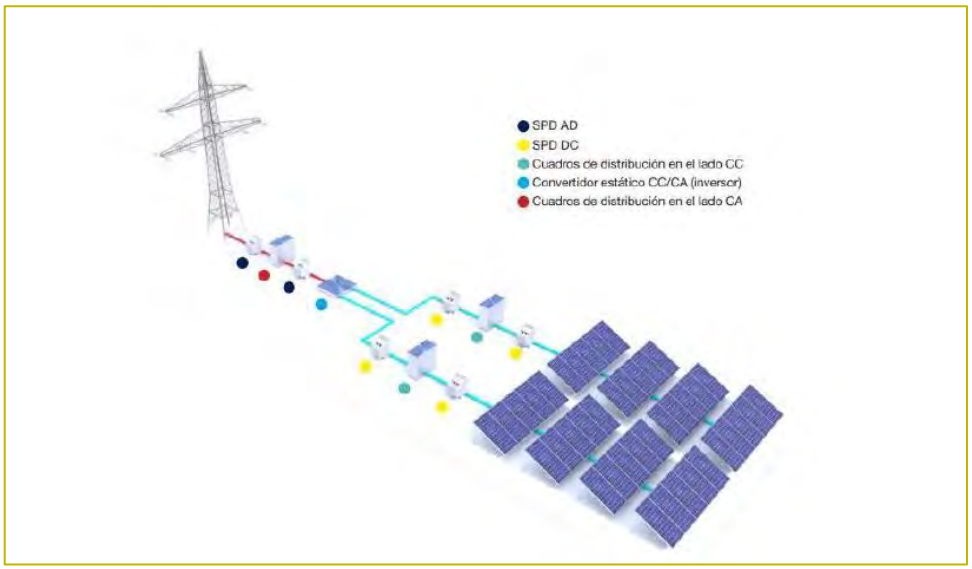


Ilustración 15: Instalación DPSs

La selección del tipo de DPS ser hará en función del lugar de instalación, del tipo de corriente (continua-alterna), de la existencia de protección externa, y si la hubiera, de su distancia de separación respecto de las placas solares.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

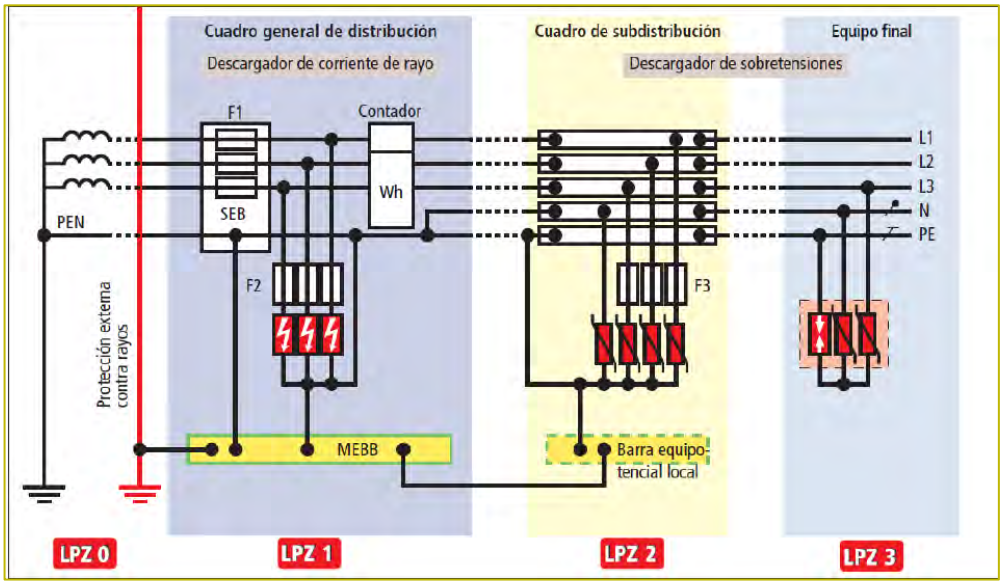


Ilustración 16: Instalación DPS

Adicionalmente a la compensación de potencial de protección contra rayos y con el fin de garantizar la disponibilidad de equipos y sistemas, se requiere adoptar medidas de protección complementarias destinadas a la protección contra sobretensiones causadas por el impulso electromagnético del rayo (LEMP), que puedan afectar a los equipos eléctricos y electrónicos y que son transmitidas a través de los cableados de las redes activas de energía y telecomunicación.

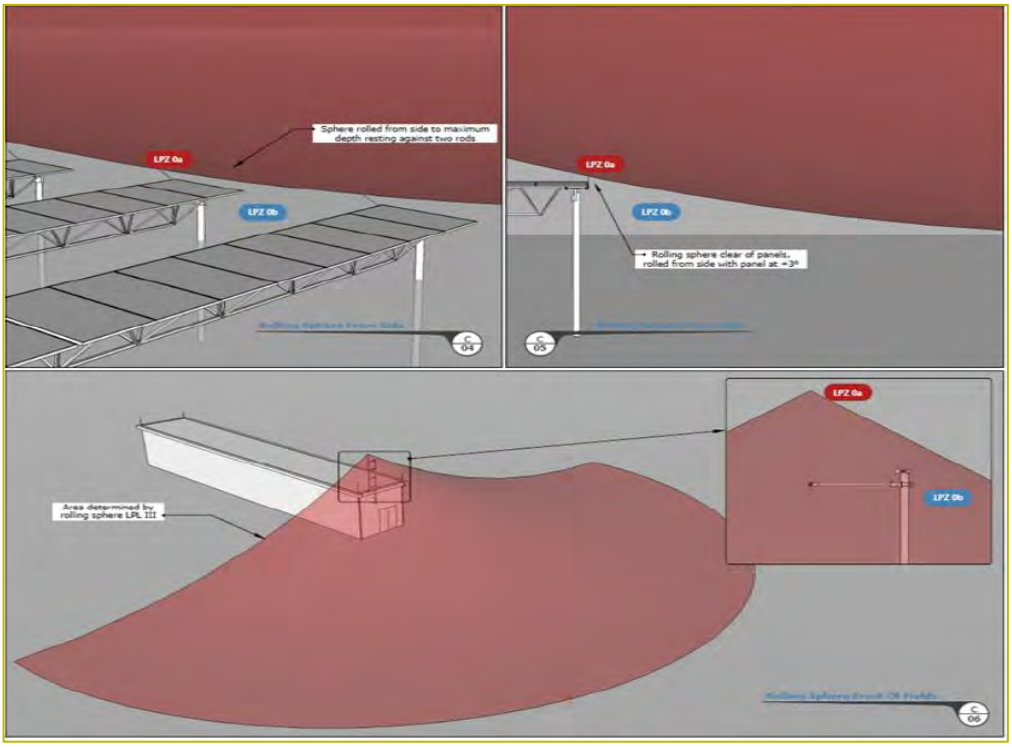


Ilustración 17: Protección contra el rayo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La protección de sistemas eléctricos y electrónicos en edificios o estructuras contra sobretensiones causadas por el impulso electromagnético del rayo (LEMP), se basa en el principio de las zonas de protección contra rayos, recogido en la normativa UNE EN 62.304-4 (IEC 62.305-4). Según este principio, el edificio o estructura que se pretende proteger debe dividirse en zonas de protección contra el rayo, según el nivel de riesgo por LEMP De este modo, las áreas con diferentes valores de riesgo LEMP pueden ajustarse a la inmunidad de los sistemas electrónicos. Con este concepto flexible, se pueden definir ZPR (LPZ) apropiadas, en función del número, tipo y sensibilidad de los equipos y sistemas electrónicosexistentes.

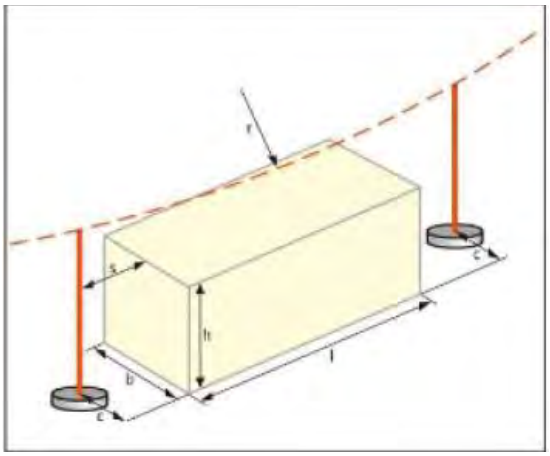


Ilustración 18: Protección contra el rayo

5.12.4. Instalación

A la hora de la instalación de las medidas de protección se tendrá en consideración las siguientes prescripciones:

- Norma utilizada: 21.186:2011 - NF C 17-102:2011.
- La punta del pararrayos debe estar situada como mínimo, dos metros por encima de la zona que protege (incluyendo antenas, torres de enfriamiento, techos y depósitos.
- Cada pararrayos estará unido a tierra por dos o más conductores de bajada, las bajantes deberán realizarse sobre dos fachadas distintas, siempre que sea posible. Los sistemas de protección externa aislados precisan de al menos un conductor de bajada por cada pararrayos.
- Las antenas receptoras (TV, radio, teléfono) deben conectarse mediante una vía de chispas a los conductores de bajada de la instalación del pararrayos.
- Los elementos metálicos que sobresalgan por encima del tejado deberán unirse al conductor de bajada más próximo.
- Los conductores de red de pararrayos serán de cobre desnudo.
- La trayectoria del conductor de bajada debe ser lo más rectilínea posible, siguiendo el trayecto más corto y evitando cualquier acodamiento brusco o remonte.
- En los acodamientos, el radio de curvatura no será inferior a 20 cm.
- El cable de bajada debe instalarse por el exterior del edificio (siempre que sea posible) evitando la proximidad de conducciones eléctricas o de gas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se recomienda colocar contador de impactos de rayo, debe instalarse sobre el conductor de bajada más directo, y a una altura de 3 mts. como máximo.
- Se unirán equipotencialmente las masas metálicas exteriores que se sitúen a una distancia igual o menor a 2 mts. a cualquier componente del sistema de pararrayos mediante un conductor desnudo y un conector apropiado (Si la unión directa no es posible o no está autorizada, se utilizará un protector contra sobretensiones o vía de chispas). Si la masa metálica no está eléctricamente unida a tierra, no se realizará la unión equipotencial.
- Es recomendable que la toma de tierra disponga de una arqueta de registro para revisiones periódicas.
- La arqueta de registro (o, en su defecto, el cable del bajante) debe estar provisto de un sistema seccionador que permita desconectar la toma de tierra y realizar la medición de su resistencia.
- La resistencia de la toma de tierra debe ser lo más baja posible (inferior a 10 ohmios). Este valor se medirá sobre la toma de tierra aislada de todo otro elemento de naturaleza conductora.
- Es aconsejable la unión equipotencial de las tomas de tierra del pararrayos con el sistema general de tierras del edificio que se debe proteger.
- Se recomienda añadir compuesto mineral para mejorar la conductividad del terreno.
- El sistema de tierra física del pararrayos deberá ser unido al sistema de tierra física general o estructura (Si no existe debe contemplarse). El cliente, por medio de su contratista eléctrico, será el responsable de realizar esta unificación.
- Si el área donde se encuentra diseñado el sistema de tierra física del pararrayos, es un área transitada por peatones, la misma deberá ser recubierta con una capa de hormigón dejando siempre las arquetas de registro libres para poder inspeccionar y realizar el mantenimiento al sistema.

5.13. CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros eléctricos serán de construcción funcional, formados por conjuntos de aparamenta que comprendan todos los elementos mecánicos y eléctricos necesarios para la ejecución de sus funciones.

La construcción de los cuadros será modular, a partir de unidades dimensionales (envolventes) comerciales estandarizadas, formando un único conjunto en caso de ser necesario por cuestiones mecánicas y/o eléctricas.

Los cuadros serán auto portantes, montando los soportes necesarios para su elevación y transporte mediante medios mecánicos, en una sola pieza.

Los cuadros dispondrán de un chasis, el cual será capaz de soportar la totalidad de la carga propia del cuadro, incluyendo la aparamenta y los elementos contenidos en su interior.

Los cuadros estarán previstos para su montaje sobre el suelo, tipo armario.

En estos casos, en instalación interior, se suministrará una estructura metálica sobre la que descansará el cuadro, nivelándolo con el pavimento de la sala o suelo técnico. Esta estructura será regulable en altura con un margen de + 3 cm. Estará dimensionada para soportar la carga propia del cuadro, y la de futuras ampliaciones por utilización de la reserva no equipada.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los accesorios y medios que sean necesarios para la instalación del cuadro en su ubicación definitiva, deberán estar previstos por el fabricante y el instalador del cuadro y estarán recogidos dentro del suministro del cuadro.

Los cuadros deberán suministrarse totalmente cableados, conexionados y ensayados en fábrica.

Junto a los cuadros se entregará una copia de los esquemas eléctricos del mismo, y otra de los planos constructivos. Así mismo, se presentará el protocolo de los ensayos realizados al cuadro.

La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP43 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo.

Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal. La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según se requiera.

Los cuadros serán registrables totalmente por su parte delantera y contendrán los aparatos que se indiquen en los esquemas unifilares.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

En el interior del cuadro no deberá producirse un calentamiento excesivo, disponiéndose, si fuera necesario, de rejillas y aparatos para su ventilación. Todas las entradas y salidas del cuadro se realizarán por medio de bornas convenientemente dimensionadas numeradas y alojadas en el carril DIN. Dispondrá de un 20 % de protecciones de reserva. Se deberá dejar espacio libre de reserva para que en el caso de una ampliación no superior al 20 % pueda instalarse ésta en dicho cuadro. La reserva a prever es del orden de una quinta parte del volumen ocupado.

Todo el material citado debe haber sido sometido a las pruebas exigidas por las normas UNE. El instalador colocará sobre el cuadro una placa metálica impresa con caracteres indelebles en el que conste el nombre o la marca comercial y fecha en que se realizó la instalación.

Dispondrá en el módulo principal de un cajetín disponiendo los planos con los esquemas unifilares y de identificación de sus componentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo. Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

5.13.1. Características de los materiales

El material deberá ser aceptado por la Propiedad, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

La envolvente estará formada preferiblemente por un cofret modular estándar, de dimensiones necesarias para albergar la aparamenta equipada, así como una reserva no equipada del 20%.

La envolvente estará prevista para su instalación sobre suelo. Todos los componentes eléctricos y electrónicos serán accesibles desde el frontal del cuadro, tanto para su accionamiento y regulación como para su reposición y mantenimiento.

De ser necesario, los instrumentos y las lámparas de señalización serán montados sobre paneles frontales. Dichos paneles montarán bisagras para su fijación al cuadro, en uno de sus laterales.

De esta forma, el panel podrá abrirse quedando sujeto al cuadro, por lo que la longitud del cableado deberá estar prevista para permitir la ejecución de este movimiento.

La acometida a los distintos cuadros deberá ser definida en cada proyecto, así como la ubicación de las salidas del mismo.

Las masas metálicas accesibles del cuadro deberán estar eléctricamente unidas entre sí y a la barra de tierra.

La continuidad eléctrica entre elementos fijos se realizará mediante tornillos. En caso de que las piezas estén pintadas se utilizarán arandelas dentadas que arañen la pintura hasta contactar con la parte metálica.

La conexión eléctrica entre partes móviles se realizará mediante conexión a masa a través de un conductor de protección o masa.

Todas las puertas estarán conectadas a masa con un conductor de masa, aunque no soporten componentes eléctricos, incluso cuando la continuidad eléctrica esté garantizada por las bisagras.

El conductor de protección a instalar en las puertas, tendrá una sección al menos de igual tamaño que la del conductor activo de mayor sección instalado en la puerta, con una sección mínima de 6 mm².

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los accesorios de los cuadros, tales como bandejas, herrajes y tornillos serán cadmiados.

El cuadro deberá llevar un portaesquemas, en la parte interior de la puerta, o en su defecto en un lateral interior.

5.13.2. Conexión de potencia

Las barras y conductores deberán ser dimensionados para soportar las solicitaciones térmicas y dinámicas correspondientes a los valores de la corriente nominal y para valores de la corriente de cortocircuito.

El conductor que se empleará para realizar el cableado interno del cuadro será del tipo 07Z1-K.

Este conductor satisfará las siguientes características:

- Norma de referencia: UNE-EN 50525-3-31 / UNE 211002 / UL1581
- No propagador de la llama: UNE EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2
- No propagador del incendio: UNE-EN 60332-3 e IEC 60332-3
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754 e IEC 60754
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-173 e NFC 20454: It<1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 e IEC 61034-2;
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2
- Características mecánicas: radio curvatura: 5x diámetro exterior
- Temperatura máxima en el conductor: 90ºC (UL1581)/70ºC (EN 50525-3-31)
- Temperatura máxima en cortocircuito: 160ºC (máximo)

La sección del conductor vendrá definida por la intensidad a transmitir de acuerdo con la ITC-BT-19-Tabla 1. Se considerará una temperatura ambiente de 40ºC. En ningún caso se permitirán secciones inferiores a los 6 mm^2.

La conexión entre el aparato aguas arriba y los de aguas abajo se realizará mediante repartidores modulares, regleta de distribución tetrapolar o bien mediante peines de interconexión, cada borne de aparato recibirá un solo conductor.

En la conexión no se utilizarán adaptadores para el conductor. Cada borne de jaula recibirá un solo conductor.

Cuando el conexionado al aparato se realice mediante pala, la longitud de conductor a desnudar coincidirá con la del terminal a instalar. Cada terminal sólo podrá contener un único conductor de potencia. Todos los cables del conductor deberán quedar en el interior de la pipa del terminal.

La unión terminal de pala-conductor se realizará mediante tornillo, junto con la arandela cónica de presión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las aristas vivas de la envolvente situadas sobre el paso de los conductores deberán estar protegidas para evitar los riesgos de daño para los cables.

Para la circulación de los conductores se usarán los pasos de los cables, las ranuras de las uniones, etc.

Los conductores se embridarán sobre soportes aislantes.

La distancia entre abrazaderas se determina en función de los esfuerzos electrodinámicos y del tipo de abrazadera utilizado. Todas las abrazaderas se amarrarán al bastidor de la envolvente cada 400 mm. como mínimo.

Los conductores se asociarán por mangueras circuito por circuito. El número de conductores por manguera será función del diámetro del cable. Los conductores se embridarán entre ellos, antes de ser embridados a las envolventes.

5.13.3. Cableado de baja intensidad y circuitos auxiliares

El cableado se realizará con conductor de cobre aislado tipo 07Z1-K. Tendrá las mismas características requeridas que los conductores de potencia.

Para circuitos de baja intensidad la sección de los conductores vendrá definida por criterios térmicos en función de la intensidad prevista de paso por el circuito.

Para circuitos auxiliares de tensión se instalará una sección de conductor de 1,5 mm2.

En los circuitos auxiliares de intensidad la sección mínima será de 2,5 mm2.

La pantalla de estos conductores, en caso de montarlas, deberá conectarse a tierra en uno de sus extremos.

Se evitará montar lámparas de fluorescentes o tubos de descargas, para el alumbrado interior de los armarios, por ser generadores de armónicos.

Las masas de los sistemas electrónicos estarán comunicadas entre sí, lo más cerca posible.

Así mismo se conectarán a la barra de tierra del cuadro independientemente entre sí.

Se evitará la proximidad entre el cableado de control y señalización y los conductores de potencia, con objeto de evitar las perturbaciones en el mismo.

Nunca se conducirán por una misma canalización conductores de control, con cables de potencia, a menos que exista una pantalla física entre ellos. Se evitarán paralelismos entre ambos.

Cuando existan circuitos que trabajen a una tensión distinta a la nominal de cuadro, o bien de corriente continua, el cableado correspondiente a estos circuitos se conducirá independiente. En caso de que esto no fuera posible se dispondrá una pantalla aislante entre los conductores de distinto tipo.

Los conductores deberán guiarse preferentemente en brazaletes o canaletas. Se evitarán las mangueras ya que los conductores están menos protegidos y ventilados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Entre dos elementos de conexión (aparatos, bornes, ...), los conductores no presentarán empalmes intermedios.

Los cables guiados en brazaletes no deben estar encintados, para favorecer así la disipación térmica.

La conducción de los conductores de circuitos auxiliares y baja intensidad se hará por canaleta.

Las canaletas se fijarán a la envolvente al menos cada 0.6 m. mediante tornillos o remaches plásticos cuidando que no dañen los conductores.

Las mangueras que provienen de aparatos montados sobre puertas o portezuelas deben permitir el movimiento de las mismas sin riesgo de dañar los cables. La manguera se protegerá por medio de una canaleta plástica tubular o en espiral.

Las canaletas serán de PVC con tapa del mismo color y ranuras laterales adecuadas a los conductores que deriven de ellas.

Las canaletas estarán dimensionadas de tal forma que siempre, aún en el caso más desfavorable, quede al menos el 20% de su sección libre para sus futuras modificaciones o ampliaciones.

Todas las salidas de potencia y auxiliares se realizarán mediante bornes de conexión. Estos se instalarán en la parte inferior del cuadro a una distancia mínima de 200 mm. desde la parte inferior del cuadro.

Las bornas serán, como mínimo de un calibre de igual al 125% de la sección de la línea a instalar en ella. En ningún caso la sección nominal de la borna para cable flexible será inferior a 6 mm2.

Las bornas se agruparán por servicios, colocándose en el siguiente orden, Neutro, PE, Fase R, Fase S y Fase T.

Las bornas estarán referenciadas con un sistema de marcado imperdible e inalterable a las acciones de grasas o agua, portando cada borna en su parte inferior el número que corresponda y en la parte superior las letras N, PE, R, S, T, según proceda.

Las bornas serán de melamina o poliamida con una tensión nominal mínima de 1000 V. La intensidad nominal de la borna será conforme con la intensidad prevista de paso. Estarán dimensionadas para una tensión transitoria de 8 kV, para un grado de suciedad 3.

Los bornes estarán previstos para poder montarse sobre carril DIN.

Para derivaciones múltiples se emplearán pletinas o barras de derivación con el número de tornillos suficiente para cumplir estas normas y dejar siempre algunos de reserva para posibles futuras ampliaciones.

Los circuitos correspondientes a señales de control y maniobra (señales, alarmas, ...) se cablearán hasta un panel específico del cuadro que se denominará central de control y alarmas.

En el mismo se dispondrá un bornero en que se centralizarán todas las alarmas y señales de entrada y salida al cuadro. Las bornas se instalarán en el mismo y cumplirán con los requisitos anteriormente mencionados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No deberá existir continuidad física entre el carril DIN del bornero de potencia y el bornero de control y alarmas.

5.13.4. Aparellaje eléctrico

5.13.4.1. Interruptores magnetotérmicos

El instalador suministrará los materiales, montará y pondrá a punto todos los interruptores automáticos magnetotérmicos necesarios para la correcta protección de la instalación eléctrica con la situación y características indicadas en la documentación del proyecto, así como todos los elementos y accesorios que se necesiten para la fijación y el buen funcionamiento.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo realizándose la desconexión en el tiempo conveniente y estando dimensionados para soportar las sobreintensidades previsibles tanto de sobrecarga como de cortocircuito. Excepto los conductores de protección todos los conductores que forman el circuito, incluido el neutro, se protegerán contra las sobreintensidades.

En caso de cortocircuito el interruptor dispondrá de la adecuada capacidad de corte que estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que podrá presentarse en ese punto de la instalación, siendo obligación del instalador la verificación y obtención de las características de cortocircuito y datos de Compañía referentes a este tema de forma que la instalación quede permanentemente protegida.

Los elementos actuadores serán:

- Para sobrecargas: sistema de corte térmico
- Para cortocircuito: sistema de corte electromagnético

Los interruptores deberán soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos con el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo su funcionamiento a las curvas adecuadas y cortando la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar posiciones intermedias entre las de cierre y apertura. Así mismo la velocidad de actuación de cierre o apertura de los contactos será independiente de la fuerza aplicada sobre el mando del interruptor.

Los interruptores automáticos llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales, el símbolo de naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, el símbolo que indique las características de desconexión, marca y tipo, así como las curvas de desconexión.

Se indicarán claramente las posiciones de CERRADO y ABIERTO por medio de rótulos o señales adecuadas en el mecanismo de maniobra. La maniobra de los interruptores automáticos podrá

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

realizarse mecánica o electrónicamente con dispositivo de conexión y desconexión brusca mediante resortes precargados por acumulación de energía.

Los elementos encargados de eliminar las sobreintensidades dadas en los interruptores automáticos no deberán producir proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas u objetos. Las cajas de los interruptores automáticos serán fabricadas con material aislante de alta calidad y elevada rigidez dieléctrica.

El material base para la formación de los contactos será de aleación de plata de alta conductibilidad estando sobredimensionados de forma que la fusión de los contactos sea muy improbable. Los resortes para conseguir la ruptura brusca en el disparo no se usarán como elementos de conducción de corriente, debiendo ser metálicos y que al igual que el resto de las piezas metálicas deberán ir igualmente tratadas para evitar la corrosión y el desgaste prematuro.

Los interruptores automáticos poseerán elementos térmicos compensados para las variaciones de la temperatura ambiente, debiendo ser el disparo independiente de ésta. Estarán fijados por medio de perfiles si son fijos, o bornas enchufables cuando sean extraíbles. No podrán estar soportados en la puerta, sino mediante perfiles soldados a la estructura del cuadro pudiendo ser el mando rotativo, directo o extensible por embrague.

Cuando los interruptores automáticos estén sometidos a vibraciones su fijación se realizará mediante suspensiones anti vibratorias.

Los interruptores deberán instalarse con todos los elementos y accesorios que requiera su buen funcionamiento para la misión para la que han de ser empleados cumpliendo todo el conjunto las normas UNE correspondientes.

5.13.4.2. Interruptores diferenciales

El instalador estará obligado al suministro de materiales, montaje y puesta a punto de los interruptores con protección diferencial en el número, calibre, y sensibilidad que sean necesarios para la correcta protección de la instalación eléctrica, estando todo ello de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los interruptores diferenciales tendrán como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas para las personas. La capacidad de maniobra deberá garantizar, en caso de derivación a tierra, una desconexión perfecta. Si diera señales de funcionamiento anómalo y sus contactos no ofrecieran la debida sensibilidad se procedería a la sustitución de este diferencial por otro totalmente nuevo.

Por los sistemas o interruptores de protección diferencial pasarán todos los conductores de alimentación a receptores, incluido el neutro y el corte se realizará de todos los polos activos, esto es fase y neutro.

Los interruptores para protección diferencial pura deberán cumplir los siguientes requisitos: Los polos estarán separados por tabiques aislantes e irán equipados con contactos de aleaciones de plata de alta conductividad llevando además cámaras de corte para la rápida

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

extinción del arco. Estarán equipados con un mecanismo de enganche y desenganche brusco de maniobra independiente, cuya palanca permite identificar la posición del aparato (abierto-disparado-cerrado).

Un disparador diferencial que provoque el disparo del interruptor en caso de una falta a tierra de intensidad igual o superior a la sensibilidad regulada en el aparato, actuando sobre la bobina de disparo con que irá equipado dicho interruptor.

Pulsador de ensayo para comprobar el funcionamiento creando artificialmente una fuga que debe provocar un disparo.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, mecanismos, fusión y automatismos exigidos a esta clase de material por la norma UNE, y exigencias análogas que a juicio de la Dirección Facultativa se requieran.

Sea cual sea el número de distribución y ubicación de los diferenciales, el instalador garantizara la selectividad lógica de los mismos ya sea cronométrica, amperimétrica o ambas conjuntamente.

5.13.4.3. Guardamotores

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

Cada contactor llevará dos contactos cerrados y dos abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

5.13.4.4. Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo

5.13.4.5. Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

5.13.4.6. Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

5.13.4.7. Prensaestopas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar

5.13.5. Señalización

Los cuadros dispondrán de un sistema de señalización visual que refleje el estado y la existencia de defecto de los diferentes circuitos, siempre que así fuere indicado en los esquemas unifilares.

5.13.6. Indicaciones y etiquetado

Las indicaciones de los aparatos deben ser idénticas a las indicadas en los esquemas de cableado.

Los rótulos que se instalen sobre los paneles frontales tendrán la misma altura y su longitud dependerá de la leyenda que lleve grabada. Los rótulos se fijarán correctamente al cuadro.

5.13.7. Identificación del cableado

La señalización de los cables (conductor o conjunto de ellos generalmente recubiertos de un material aislante o protector) o mangueras de conductores (cable formado por varios hilos aislados y recubiertos todos de una funda de material plástico flexible) se realizará mediante ferrules (anillas imbricables) o funda termo retráctil (amarilla) para los cables y mediante placas señalizadoras con bridas sujeta cables para las mangueras.

Estas se colocarán en los extremos de los cables o mangueras de conductores.

5.13.8. Pruebas de fábrica

Para las pruebas finales del producto, el fabricante debe haber comprobado el procedimiento que se realiza al final de la cadena de producción, antes del embalaje del producto. Esta prueba se asegurará de que se ha realizado el paquete antes de que no pueda realizarse cambios. En caso de cambios, se debe repetir el proceso para las pruebas. Todos los batch se fabricarán de acuerdo con los estándares internacionales y estándares nacionales. Todos los elementos ensamblados se ajustarán a este estándar, y si para los requisitos de eficiencia establecidos,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

los estándares marcados por el fabricante se modifican, se debe cumplir con los siguientes términos y posteriores inspecciones y / o pruebas:

- Las medidas para posibles fallos en la línea de fabricación deben ser comprobados (siempre se debe fabricar según la filosofía y criterios estándar en la IEC 60439-1 sección 7.1.2.3.5).
    - Material of Group I 600 <IRFS Material of Group II 400 <IRFS <600.
    - Group III a material 175 <IRFS <400.
    - Group III b material 100 <IRFS <175.
- Los valores de IRFS deben ser de acuerdo a los obtenidos en la IEC 60112 para conjunto de lotes para fotovoltaica, el proyecto será analizado y cada prototipo será testado exclusivamente.

5.14. CONECTORES Y TERMINACIONES

El alcance de este documento comprende todos los conectores y terminales necesarios para la entrega de la potencia en baja y en media tensión de la planta solar fotovoltaica.

Para Baja Tensión:

- Conjunto de conectores y latiguillos para conectar los cables que forman los strings con el conector de derivación (2 a 1 o 3 a 1) o en su defecto con la caja de strings correspondiente.
- Conjunto de conectores para la derivación de los cables de corriente continua secundarios con corriente continua principal hacia la caja de strings o hacia los inversores de strings.
- En caso de planta con inversores centrales, los conectores y terminales utilizados en corriente continua de baja tensión para las salidas de cable enterrado de corriente continua de baja tensión de la caja de strings a los inversores centrales en ambos extremos.
- En caso de planta con inversores de strings; conectores y terminales utilizados en corriente alterna de baja tensión para las salidas de cable enterrado de corriente alterna de baja tensión del inversor de strings hasta los centros de transformación correspondiente y, si procede, de los inversores de strings hasta la caja de agrupación al que van conectados.

Para el caso de cables y conectores de diferente material, es necesario el uso de conectores bimetálicos.

Para Media Tensión:

- El codo o conectores bimetálicos tipo T utilizados en media tensión para la conexión de las líneas de MT a las celdas a las estaciones de potencia a la que van conectadas.
- Conectores utilizados en media tensión para conectar las líneas eléctricas desde las celdas MT hasta la subestación/ centro de seccionamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.14.1. Requisitos técnicos y constructivos

Los conectores CC BT y el latiguillo están destinados a la unión de strings en los conectores de derivación, ambos preparados para 1500Vcc.

En cuanto a los conectores de Media Tensión, estarán destinados a la conexión del cableado de media tensión con las celdas de distribución de MT y la subestación/centro de seccionamiento de la planta. Estos conectores serán aptos para cables con aislamiento XLPE con conductor de aluminio de 18/30 kV y secciones 150 - 630 mm^2.

Los equipos deberán ser diseñados de acuerdo con las tecnologías más avanzadas, mejores materiales y cumpliendo con las normas vigentes en el momento de la presentación de la oferta.

El Proveedor deberá incluir dentro del alcance del suministro toda la ingeniería necesaria para completar su oferta. El trabajo de ingeniería deberá incluir un informe descriptivo y detallado de las conexiones de los equipos.

El material no deberá formar pares electrolíticos con los conductores, para evitar que se origine corrosión con los mismos mediante la presencia de humedad, garantizando de esta manera la conexión eléctrica y la resistencia mecánica.

Los conectores, latiguillos y terminales suministrados serán proyectados, fabricados y ensayados con base a la última edición de la normativa indicada en el presente documento. Los mismos serán diseñados y ensayados en su conjunto para una vida útil de 25 años.

5.14.1.1. Conectores, latiguillos y terminales para BT

Los conectores recogerán dos o tres strings. El latiguillo estará formado por el cableado que viene de los módulos incluye portafusibles con fusible correspondiente con intensidad nominal adecuada (solo polo positivo) y conector compatible con los utilizados en los paneles fotovoltaicos.

El cableado conecta con el portafusibles o directamente según polo a través de un conector adecuado y después entra en el conector de derivación. Este conjunto y otros dos más latiguillos se conectan en el conector de derivación que transfiere la energía principal CC hacia las cajas de strings o hacia los inversores de strings.

Los conectores de derivación de BT incluirán el mismo tipo de protección tanto para el conjunto conector + latiguillo como para la derivación cc.

Las principales características de cada elemento se describen a continuación:

Latiguillo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los materiales de los latiguillos deben satisfacer tanto los requerimientos eléctricos como los mecánicos a los que pueden ser sometidos durante el montaje y funcionamiento posterior. No debe presentar grietas, cavidades, defectos superficiales o internos, ni cualquier otra característica que pueda afectar a su correcto funcionamiento.

El material de fabricación de la cubierta y el aislamiento del cableado deberá estar libre de halógenos. El conductor será cobre de clase 5 estañado. El latiguillo será de 2 metros de longitud aproximadamente. El del polo positivo será de color rojo y el negativo negro. Las principales características del cable son, rango de trabajo desde - 40 a 120 º, temperatura de cortocircuito 250 ºC, la tensión asignada de 1500V (DC), según la norma EN50618. No propagará la llama de acuerdo con la norma EN 60332-1. 30 años de durabilidad a la temperatura de servicio de 90 ºC.

El material no deberá formar pares electrolíticos con los conductores, para evitar que se origine corrosión con los mismos mediante la presencia de humedad, garantizando de esta manera la conexión eléctrica y la resistencia mecánica.

Conector módulo - latiguillo

Debe ser un conector tipo PV-SY02 o similar.

El conector debe ser compatible con los utilizados en los paneles fotovoltaicos.

Los materiales de los conectores deben satisfacer tanto los requerimientos eléctricos como los mecánicos a los que pueden ser sometidos durante el montaje y funcionamiento posterior. No debe presentar grietas, cavidades, defectos superficiales o internos, ni cualquier otra característica que pueda afectar a su correcto funcionamiento.

El material no deberá formar pares electrolíticos con los conductores, para evitar que se origine corrosión con los mismos mediante la presencia de humedad, garantizando de esta manera la conexión eléctrica y la resistencia mecánica. Debe estar de acuerdo con la normativa EN 62852.

Como ejemplo referencial, en la siguiente tabla se muestran las principales características del conector PV-SY02:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Dimensions (H*W*D)	Φ19mmX76mm（M） Φ19mmX71mm（F）
Total weight(terminal block include)	26.5g
Certification Mark	TUV
The diameter of the connection	14AWG 12AWG 10AWG
Plug Housing (RTI)	PC（115℃）
Receptacle contact material	Copper/silver plated
Max. system voltage	1500VDC
Rated impulse voltage	16000VAC
Rated insulation voltage	8000VDC
Rated current	30A(12AWG)
Torque	≥1.2N.m
Static resistance	≤5mΩ
voltage withstand	1.8KV/1mA/1min
leakage current	<10 uA
waterproof grade	IP67
Temperature range	-40℃~85℃
Flame retardance	UL94-V0
weather-resistance	no serious appearance defects after Ultraviolet irradiation and humid heat test
Drawing force after connect with 4mm2 cable line	≥350N
Thrusting force	35N<F<80N
Drawing force (auto locking status)	≥300N
Contact resistance	<0.35mΩ

Ilustración 19: Principales características del conector PV-SY02

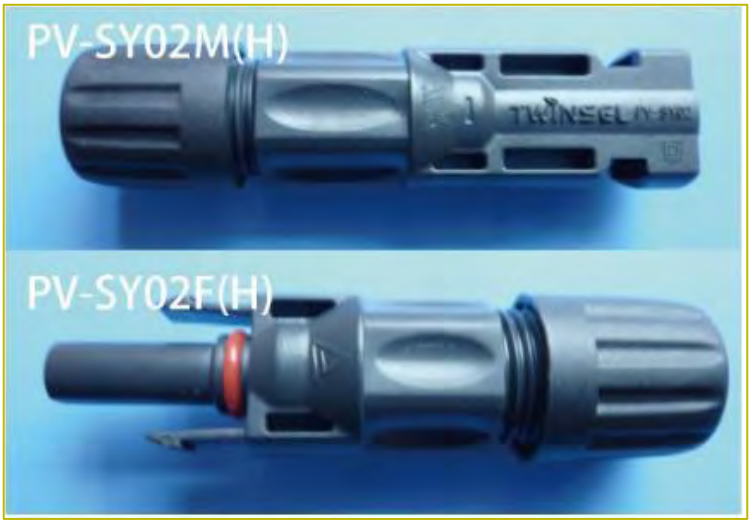


Ilustración 20: Ejemplo referencial – Conector PV-SY02

Portafusiles

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Está constituido por un bloque desmontable equipado con terminales de conexión por tornillería aislados que se suministra con su correspondiente fusible cilíndrico modelo 'FV'.

Este dispositivo de protección está adaptado para estar conectado directamente al conector de derivación y al conector PV-SY02 o similar compatible con el incluido en el módulo fotovoltaico.

Debe incluir el fusible correspondiente de la intensidad nominal correspondiente debiéndose justificar previamente mediante cálculo.



Ilustración 21: Ejemplo ilustrativo de portafusible tipo

Fusible

Fusible cilíndrico de clase gPV. Protección contra sobre intensidades y cortocircuitos para aplicaciones fotovoltaicas de 1500 Vdc.

Las principales características técnicas están en correspondencia con la Norma IEC EN-60269 y toda la normativa aplicable relacionada.

Conector de derivación (Harness)

En el conector de derivación se conectan dos o tres latiguillos que transfieren la energía al bus principal que trasmite la energía a la caja string o al inversor de string.

El conector de derivación deberá conectar de dos a tres latiguillos de 4 - 10 mm^2 de sección al bus principal de 6 mm^2-25mm^2 de sección.

Tendrá una protección IP67 y estará previsto de conexión bimetálica interior y la tensión nominal será de 1500 Vcc. Además, deberá estar preparado para el uso combinado o único de cable Cobre y Aluminio.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Ilustración 22: Conector de derivación tipo

Terminal bimetálico

Conector para la salida de la de la caja de strings o del inversor de sting con secciones de 150 mm² - 400 mm^2. También se usan para conectar con los inversores centrales.

Conector fabricado en aluminio de más de 99.5% de pureza y la pala de cobre forjado. Las partes están unidas por soldadura de fricción. Llevará incorporada grasa neutra en el agujero para evitar la oxidación del aluminio.

El agujero será del diámetro adecuado para todas las secciones debiéndose ser justificado adecuadamente. Deberá venir con la tornillería necesaria para su anclaje en cada caso.



Ilustración 23: Terminal bimetálico

5.14.1.2. Conectores y terminales para MT

Las principales características de cada elemento se describen a continuación:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Conectores modulares en ángulo

Los conectores terminales en ángulo son sistemas modulares utilizados para realizar conexiones de chapa ciegas en transformadores, cajas de maniobra y demás equipos.

El conector terminal debe estar totalmente aislado, de manera que se comporte como conexión de chapa ciega, incluso si opera sumergida en agua. No permite realizar operaciones bajo carga. El conector también estará conectado a tierra.

Debe poder operar a temperaturas de hasta 90°C, y a una temperatura de emergencia de 130°C.

Los conectores serán intercambiables con equipos de distintos fabricantes, excepto en lo que se refiere a su comportamiento en conmutación y la corriente de falta. Para ello, sus propiedades eléctricas, mecánicas y sus dimensiones deben cumplir con lo dispuesto en la norma IEEE Std 386, UNE-EN 50181 y toda la normativa vigente aplicable.

Como ejemplo referencia, el siguiente conector terminal en ángulo está formado por las siguientes partes y accesorios:

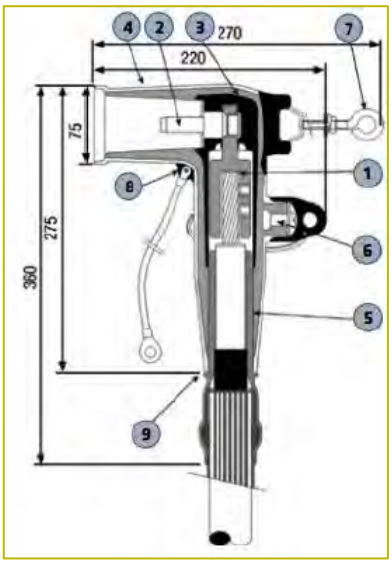


Ilustración 24: Ejemplo conector modelo elascon mscE-400ª - Prysmian

- **Contacto del conductor multisección Al / Cu.**
  Cubre la sección entre 35 y 300 mm^2 , tanto en cobre como en aluminio. No necesita herramientas especiales.

- **Tornillo de fijación.**
  Compuesto de cobre roscado en contacto del conductor.

- **Semiconductora interior.**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Semiconductora EPDM que envuelve el contacto metálico a fin de ionizar el aire que queda atrapado.

- **Semiconductora externa (espesor de 3 mm).**
  Superficie realizada con semiconductora EPDM. Su diseño proporciona una relajación de la tensión eléctrica como lo haría una pantalla de cable. Su conexión a la pantalla del cable garantiza que el acoplamiento mantiene el potencial a tierra. Permite la evacuación de corrientes de corto circuito.

- **Cuerpo aislante.**
  Realizado con aislante EPDM, para la reconstitución del aislamiento. Se mantiene una presión sobre el aislamiento del cable y sobre el pasatapas, proporcionando un excelente sellado ante la humedad.

- **Punto de prueba.**
  Eléctricamente protegido por un tapón semiconductor EPDM. Un divisor capacitivo permite la verificación de la ausencia de tensión antes de quitar el conector.

- **Abrazaderas.**
  Abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas o a otros accesorios.

- **Ojal de Puesta a tierra.**
  Para la puesta a tierra del conector uniéndola a la pantalla metálica del cable.

- **Protector de toma a tierra.**
  Adapta el cuerpo del conector al diámetro sobre aislamiento de los diferentes cables. Garantiza la estanqueidad de la puesta a tierra y permite la prueba de pantalla del cable.

Las características arriba descritas deben conocerse de forma equivalente y deben ser acordes y compatibles con los requerimientos del fabricante de las celdas de media tensión.

Enchufe protector aislado

Es un accesorio que permite un aislamiento eléctrico y un sello mecánico para los casquillos insertados. Debe ofrecer un aislamiento tal que cubra un casquillo energizado incluso si está sumergido en agua.

Debe cumplir con los requisitos de la norma IEEE Std 386, UNE-EN 50181 y toda la normativa vigente de aplicación.

El enchufe estará formado por las siguientes partes y accesorios:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

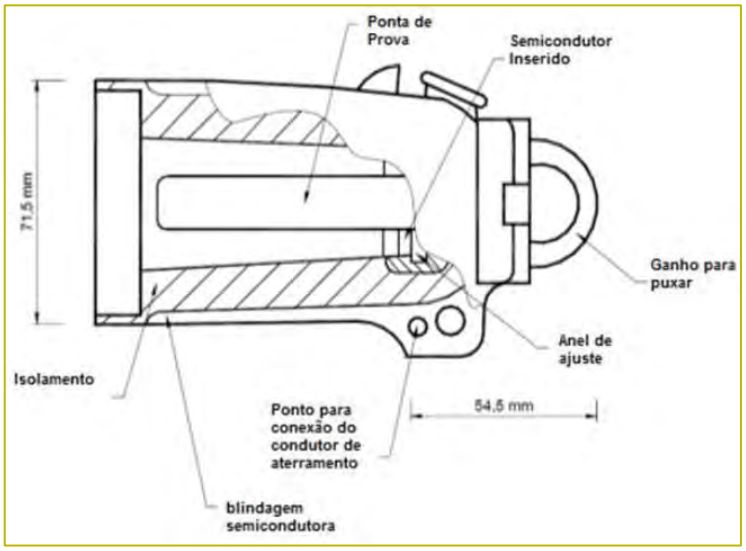


Ilustración 25: Ejemplo referencial de enchufe protector

- **Punta de prueba (Punta de prova):** La punta es el camino conductor al unirse con el contacto férreo.
- **Aislamiento EPDM (Isolamento):** Aislamiento de material de alta calidad.
- **Blindaje Semiconductor (Blindagem semiconductora):** Deben cumplir los requerimientos de la norma IEEE Std 592.
- **Anillo de ajuste (Anel de ajuste):** Anillo preformado de material semiconductor que ajusta el tapón el casquillo.
- **Semiconductor insertado (Semiconductor inserido):** Inserción preformada que permite controlar los esfuerzos eléctricos en el punto de conexión.
- **Punto de conexión del conductor de puesta a tierra (Ponto para conexao...):** Orificio para el conductor de cobre que se conecta a la toma de tierra.
- **Gancho para tirar (Ganho para puxar):** Gancho construido en acero inoxidable reforzado que asegura una alta resistencia durante las operaciones.

Tabla 13: Parámetros tensión/corriente

Parámetro	Valor
Tensión nominal	30 kV
Tensión de aislamiento	36 kV
Corriente máxima en régimen permanente	630 A
Corriente máxima en régimen permanente de sobrecarga	1250 A

Conectores subestación

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los materiales de los conectores deben satisfacer tanto los requerimientos eléctricos como los mecánicos a los que pueden ser sometidos durante el montaje y funcionamiento posterior. No debe presentar grietas, cavidades, defectos superficiales o internos, ni cualquier otra característica que pueda afectar a su correcto funcionamiento.

El material no deberá formar pares electrolíticos con los conductores, para evitar que se origine corrosión con los mismos mediante la presencia de humedad, garantizando de esta manera la conexión eléctrica y la resistencia mecánica.

Los conectores deberán adaptarse al cableado de la planta de sección de 150 - 630mm^2 con conductor de aluminio de 18/30 kV.

El conector deberá ser válido de acuerdo a los requerimientos del fabricante de las celdas las que irá conectado.

5.14.2. Requisitos de calidad

5.14.2.1. Generalidades

Todo el equipo y material recogido en esta especificación deberá ser examinado, inspeccionado y probado para cumplir con los requisitos generales y normas de referencia indicados en puntos anteriores.

Se deberá indicar el fabricante y centro de producción de los equipos y materiales a suministrar. Asimismo, la empresa que efectúe el montaje y los ensayos en campo debe ser el fabricante o, en el caso de que estas tareas se subcontraten, una contrata homologada por el cliente.

Se deberá establecer, una vez adjudicado el pedido correspondiente, un proceso de aseguramiento de:

- La calidad formada por los siguientes aspectos:
- Inspecciones de fabricación
- Ensayos individuales en fábrica
- Ensayos de recepción

El fabricante permitirá el libre acceso a sus instalaciones y a las de sus sub-proveedores, si fuese necesario, a personal del promotor y del contratista para verificar los procesos y la ejecución del plan de calidad de fábrica.

El fabricante entregará registro de todos los ensayos realizados en accesorios y sistemas a montar en la instalación conforme a la norma correspondiente. Estos serán realizados por un laboratorio debidamente acreditado.

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de calidad en cada uno de los aspectos mencionados, se le comunicará a éste las desviaciones o no conformidades inmediatamente una vez detectadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

A tal efecto, se consideran desviaciones:

- Todo cambio respecto a los requerimientos recogidos en este documento de Especificación del Pedido que no haya sido previamente aprobado.
- Cualquier resultado no conforme de los controles dimensionales, ensayos, inspecciones o pruebas que se efectúen durante el proceso de fabricación y en las finales o de funcionamiento.
- Inadecuada calibración de los equipos de control, medida y ensayo, ya sean de laboratorio de alta tensión o cualquier etapa del proceso productivo.
- Cualquier parte del suministro que no esté de acuerdo con el contrato o los documentos aprobados.

Al producirse una desviación o no conformidad, el suministrador establecerá las medidas necesarias y enviará al contratista un informe para su aprobación en el que describirá suficientemente el problema y hará una propuesta de solución. Entre las medidas a tomar para su resolución, se podrán solicitar al fabricante la realización de ensayos adicionales de rutina, muestra o tipo sobre el material a suministrar.

La recepción del suministro en los términos indicados en el documento contractual del pedido, requerirá, entre otros aspectos, tener resueltas satisfactoriamente todas las desviaciones o no conformidades abiertas en el proceso de aseguramiento de la calidad y que afecten sensiblemente al comportamiento del suministro en la explotación, en el montaje y en el tendido.

5.14.2.2. Pruebas y ensayos en fábrica

Los ensayos citados en este documento deberán ser supervisados por el cliente y sus representantes.

Adicionalmente, el Proveedor deberá entregar los certificados correspondientes a las pruebas de rutina.

En los certificados de ensayo deberán constar la metodología aplicada, las fechas de fabricación y de realización de las pruebas, los valores y los resultados. Los ejemplares sometidos a ensayo estarán perfectamente identificados, y serán idénticos a los ofrecidos. Estas pruebas o ensayos deben realizarse en laboratorios reconocidos a nivel nacional o internacional.

El Proveedor deberá asumir los costos generados por servicios relacionados con estas pruebas, expedición de certificados, informes de inspección, certificación de análisis de materiales por laboratorios autorizado, etc.

El Responsable Autorizado por el cliente, su propio costo, se reservará al derecho a realizar una inspección previa durante el proceso de fabricación. El Proveedor deberá facilitar todos los medios necesarios para la realización de estas inspecciones. Además, se reservará el derecho

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

de exigir cualquier otra prueba que considere conveniente para el correcto funcionamiento de la instalación.

El retraso en la entrega causado por la necesidad de rectificar los defectos y/o realizar nuevas pruebas no debe ser utilizado como justificación para no cumplir con la fecha de entrega contractual.

5.15. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Se dispondrá una red de zanjas para el tendido de cables eléctricos. Principalmente se distinguen los siguientes tipos de zanjas.

- Zanjas de Baja tensión
- Zanjas de media tensión
- Zanjas de comunicaciones
- Zanjas de Servicios auxiliares
- Zanjas de tierras

Como regla general la baja tensión irá separada de la media tensión en zanjas independientes.

Las dimensiones de la excavación se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto, no pudiendo ser en ningún caso inferiores a estas.

De manera general, sobre el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena fina lavada de espesor variable donde se alojarán, tanto el cable de cobre desnudo de la red de tierras como los cables directamente enterrados. Sobre esta capa se rellenará 30 cm con suelo seleccionado compactado al 95% P.M donde se alojarán los cables que vayan bajo tubo. Sobre esta capa, se colocará protección mecánica y se rellenará con tierra procedente de la propia excavación cribada y compactada al 95% P.M. a unos 15cm de la superficie se colocará cinta de señalización y se seguirá rellenando y compactando con este material hasta alcanzar el nivel del suelo explanado.

En los cruces de zanjas con caminos, los cables irán entubados y recubiertos de hormigón tal y como se indica en los planos.

El tendido de cables se efectuará de forma que las tensiones de tendido no produzcan rotura del cable o deterioro de su aislamiento. Se protegerán previamente con boquillas adecuadas todos los extremos de los conductos por donde hayan de pasar los cables.

Donde sea necesario para facilitar el paso de cables por los conductos, se emplearán polvos de talco, estearina o parafina y las guías metálicas convenientes en cada caso. No se utilizarán grasas ni materiales que pudieran ser perjudiciales para el aislamiento de los cables.

El Contratista efectuará a su cargo todas las operaciones de medida, corte y manipulación de las bobinas o rollos. Las longitudes indicadas en las especificaciones son sólo orientativas, y no deberán usarse para el corte de cables. El Contratista deberá verificarlas sobre el terreno, y efectuar el troceado de acuerdo con las medidas reales, indicando este valor en las listas de cables.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las características de los cables de fuerza y control será la especificada en el proyecto constructivo, y su composición, la definida en el documento de mediciones de obra.

El Contratista llevará un control de todas las bobinas o rollos de cables y a requerimiento del supervisor de LA PROPIEDAD, le será facilitado un informe de metros tendidos por tipos y reserva en el almacén. No se permitirán empalmes de cables. Todas las conexiones deberán efectuarse cortando trozos de longitud suficiente para que la conexión se haga sin intermedios. Para pelar los cables se emplearán medios adecuados, de modo que no resulten dañados.

El número de conductores en un conducto será tal que la suma de las secciones rectas de dichos conductores no exceda del siguiente porcentaje del área de la sección recta del conducto:

Nº de conductores	1	2	3	Más de 3
Porcentaje	53	31	40	35

Todas las derivaciones se realizarán en cajas de conexión, utilizando bornas con tornillo de características adecuadas. No se permitirá otro tipo de conexión o derivación.

Todos los cables se identificarán en cada extremo con porta etiquetas de material aislante y auto extinguible con etiquetas rotuladas con el número del cable. Cuando los cables atraviesen conductos empotrados o paso en muros, que luego irán sellados, se identificarán en los dos extremos visibles del conducto o paso.

Los conductores de cada cable, en su conexión a la borna correspondiente, se identificarán mediante manguitos de plástico cerrado con inscripciones indelebles, no admitiéndose rotulaciones realizadas sobre la cinta adhesiva.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable. Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido. Y un radio de curvatura una vez instalado de 10(D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción. El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable. Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro.

Dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen; y una garganta por la que discurre el cable para evitar su salida o caída. Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales.

Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. Siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia de la Dirección Facultativa. Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces con otros servicios) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cuerda.

Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o si se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada.

Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección mecánica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad. Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos. Nunca se pasarán dos circuitos por un mismo tubo

El tendido de cables y tubos se hará de acuerdo a la reglamentación, respetando en todo momento las distancias entre cables indicadas en los planos

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles. Los radios mínimos de curvatura estarán de acuerdo con la reglamentación. El tratamiento de las juntas y uniones se ejecutará de acuerdo con los Planos y las instrucciones de la Dirección Técnica.

La ejecución de juntas y uniones se realizará de forma que quede garantizada la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se cuidará que el acoplamiento entre los tubos quede perfecto, de manera que en las juntas no queden cantos vivos, ni que por ellas pueda entrar agua, tierra o lodos.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas en los mismos, para lo cual, se taponarán los extremos libres con trapos o papel.

Los cambios de dirección se realizarán con elementos adecuados y respetando los radios de curvatura apropiados. Los cambios importantes de dirección se realizarán mediante arquetas.

Para la excavación de la zanja, aplicará lo indicado en el apartado 3.2.4.2 del presente documento y para los rellenos aplicará lo indicado en el apartado 3.2.5.2 del presente documento.

Al hormigonar los tubos se pondrán un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable revisar las juntas antes del hormigonado.

5.16. ARQUETAS

Aplicará lo indicado en el apartado 3.8 del presente documento

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.17. MONTAJE ELÉCTRICO

A continuación, se indican los principales trabajos de instalación de sistemas eléctricos que se ejecutarán en la planta FV.

- Sistemas CC
- Centros de transformación
- Red de MT
- Red de comunicaciones y CCTV
- Red de tierras
- Servicios auxiliares

5.17.1. Sistema CC

El sistema de CC conecta los módulos fotovoltaicos con los inversores. Los principales trabajos a considerar en el sistema CC son los siguientes:

5.17.1.1. Conexiones de módulos en serie

Los módulos fotovoltaicos se conectarán eléctricamente en serie a través de sus propios conectores a lo largo de la estructura fotovoltaica. La interconexión de los módulos fotovoltaicos que forma el string se realizará conectando un módulo con otro, preferentemente a tresbolillo, para evitar instalar cable de retorno para cerrar el string. Se conectarán tantos módulos en serie como se indique en el diseño y configuración del proyecto. Cada string, tendrá 2 polos, positivo y negativo.

La fijación de los cables a la estructura será mediante elementos de soporte específicos para cables fotovoltaicos tipo NILED o similar, siendo el mínimo exigible Bridas PA66 con protección UV de alta durabilidad

Según se defina en el proyecto, los strings podrán tenderse directamente a las cajas de string o agruparse 2 a 1 o 3 a 1 mediante conectores de derivación tipo NILED o similar

Los cables deben estar marcados de forma legible y duradera, incluyendo la codificación según el procedimiento de codificación de equipos y sistemas del proyecto.

5.17.1.2. Instalación y conexión de cajas de string

Las cajas de string serán instaladas en hincas, preferentemente independientes a la estructura, y en ellas se conectarán en paralelo el número de strings indicado en el diseño y configuración del proyecto.

Para la instalación de las cajas de string se seguirán las siguientes indicaciones:

- Se aplicarán los acuerdos generales descritos en la sección 5.17.7 de esta especificación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los cables de CC que van a la caja de string se suministrarán con los conectores bimetálicos de un calibre adecuado para su correcta conexión a la caja.
- Los cables de CC deben ser protegidos en el extremo libre.

5.17.1.3. Tendido de cables CC

Para el tendido de cables CC se diferencias dos tramos.

1. **Desde módulos fotovoltaicos hasta caja de string.**
   Los cables de CC que forman los strings irán instalados en la propia estructura y fijados a ella mediante elementos de soporte específicos para cables fotovoltaicos tipo NILED o similar, siendo el mínimo exigible bridas PA66. Una vez conectados todos los strings, se instalará cable CC que dará continuidad a los strings hasta su conexión en paralelo dentro de las cajas de string.
   Se realizará el paso de cables desde la propia estructura a zanja mediante tubo corrugado y llegarán hasta la caja de string siempre protegidos bajo tubo.

2. **Desde cajas de string hasta inversor.**
   El cable desde las cajas de string al inversor será de aluminio y cumplirá en todo momento con lo indicado en el apartado 5.5 Cableado de la presente especificación.
   El cable se instalará directamente enterrado siguiendo en todo momento la reglamentación y lo indicado en el apartado 5.15 Canalizaciones Eléctricas del presente documento.

5.17.1.4. Conexión en inversores

Para realizar la conexión de los cables de CC al inversor se seguirán las siguientes indicaciones:

- Se aplicarán los acuerdos generales descritos en la sección 5.17.7 de esta especificación.
- Los terminales adecuados de ambos extremos del cable deben cumplir con los Estándares Españoles.
- Para apretar los terminales en el lado del inversor, se debe asegurar de:
  - Retirar la capa de óxido del aluminio.
  - Utilizar la grasa de conexión en el conector o terminal del cable.
  - Crimpar de acuerdo con el manual del fabricante de la herramienta en el terminal o conector del cable.
- Las terminaciones de los cables deben ajustarse a la ITC-BT-07.
- Las uniones de cables y/o empalmes se tratarán de minimizar lo posible y, en tales casos, la unión/empalme del cable debe ser claramente indicada con marcadores de posición enterrados.
- Los cables se colocan debajo del piso del edificio del inversor y se conectan a la entrada CC del inversor. No se permite ningún cruce de cables.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Antes de realizar la conexión de los cables en baja tensión, el campo fotovoltaico debe estar conectado a la malla de puesta a tierra o aislado, para evitar daños durante el trabajo.
- Los cables de alimentación de CC deben estar conectados a los terminales adecuados y garantizar la polaridad correcta.
- Debe asegurarse de que el cable de alimentación de CC esté fijado a la banda de fijación del cable del inversor para garantizar el alivio de tensión.
- Los cables deben estar marcados de forma legible y duradera, incluyendo la codificación según el procedimiento de codificación de equipos y sistemas del proyecto
- Las marcas se deben grabar en etiquetas de tramo o similares, de modo que no se deterioren con la acción de la luz UV.

5.17.2. Instalación de centros de transformación

La planta fotovoltaica contará con diferentes centros de transformación que estarán compuestos principalmente por:

- Inversores
- Transformadores BT/MT
- Caldas MT
- Servicios auxiliares
- Sistema de monitorización
- UPS

La instalación de estos centros de transformación se realizará de acuerdo a la normativa aplicable y siempre siguiendo las indicaciones del proveedor.

5.17.3. Red de MT

La red de media tensión se realizará de manera radial uniendo los diferentes centros de transformación en circuitos de media tensión.

El cableado de media tensión cumplirá en todo momento con lo indicado en el apartado 5.5 Cableado de la presente especificación.

Los cables de media tensión se instalarán directamente enterrados siguiendo en todo momento la reglamentación y lo indicado en el apartado 5.15 Canalizaciones Eléctricas del presente documento.

Para la instalación de la red de media tensión se seguirán las siguientes indicaciones:

- El terminal de ambos extremos del cable debe ser adecuado para el sistema de media tensión. Estos terminales deben ser hechos de un material que no permita ninguna corrosión galvánica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Las uniones de los cables y/o empalmes solo pueden ser aprobados en casos extremos por el director de la obra y, en tales casos, la unión/empalme del cable debe ser claramente indicada con marcadores de posición enterrados.
- Los cables entran en el edificio a través de agujeros que están en la pared debajo del suelo levantado.
- Estos orificios deben sellarse con espuma de poliuretano a prueba de fuego.

5.17.4. Red de comunicaciones y CCTV

La instalación de la red de comunicaciones y CCTV consistirá principalmente en lo siguiente:

- Cable de fibra para la comunicación entre los centros de transformación y el centro de seccionamiento/subestación.
- Cable de fibra para comunicación del cuadro de control del tracker (NCU) con el cuadro de comunicaciones del centro de transformación.
- Cable RS-485 para comunicación de las cajas de string con el cuadro de comunicaciones del centro de transformación.
- Cable Ethernet para comunicación del cuadro propio del centro de transformación al cuadro de comunicaciones
- Cable Ethernet para comunicaciones de las estaciones meteorológicas a los cuadros del centro de transformación.
- Cable de fibra para comunicaciones del sistema CCTV al cuadro de control de seguridad y centro de transformación.

Las características técnicas de estos cables se describen en el apartado 5.5 del presente documento.

5.17.5. Red de tierras

El sistema de tierras se describe en el apartado 5.10 del presente documento.

Deberá ser único y proyectado de acuerdo a la normativa aplicable.

Los marcos de módulos fotovoltaicos, las estructuras de soporte, los armazones metálicos de inversores y otros equipos y piezas metálicas, se conectarán a un sistema común que, a su vez, está conectado a la malla de puesta a tierra principal.

Para conectar dispositivos al circuito de puesta a tierra, es necesario tener terminales o elementos de conexión que aseguren una conexión perfecta

Los elementos estructurales no deben utilizarse como medio de puesta a tierra.

Los empalmes entre hilos deben realizarse con soldadura Cadwell o equivalente, que garanticen una unión perfecta. Estos empalmes deben protegerse contra la corrosión galvánica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El trazado continuo de conductores debe involucrar el perímetro de los diferentes bloques en los que se divide la Planta Fotovoltaica. Dentro del trazado, los conductores deben colocarse en líneas paralelas para formar una malla y, siempre que sea posible, a lo largo de las estructuras o filas de equipos, para proporcionar conexiones de tierra cortas. La estructura debe estar firmemente conectada a este electrodo de tierra y de manera efectiva.

5.17.6. Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares deben incluir los siguientes elementos:

- Conexionado e instalación del cableado de potencia para la estación meteorológica en cuadro de baja tensión del centro de transformación más próximo
- Conexionado e instalación del cableado del cuadro de comunicaciones de la planta en cuadro de baja tensión del centro de transformación.
- Conexionado e instalación del cableado del cuadro de control del tracker (NCU) en cuadro de baja tensión del centro de transformación.
- Conexionado e instalación del cableado del cuadro tipo wimax para sistema CCTV en cuadro de baja tensión del centro de transformación.
- Conexionado e instalación del cuadro de control de seguridad al cuadro de baja tensión en la sala de control y seguridad de la planta.

5.17.6.1. Suministro auxiliar de energía para la estación meteorológica

La Estación Meteorológica debe instalarse de acuerdo con lo especificado en los manuales de instalación del proveedor.

El suministro auxiliar de energía se efectuará partir del transformador de BT.

Para estas conexiones se deberá cumplir los siguientes puntos:

- Los arreglos generales se describen en la sección 5.17.7 de esta especificación y se deben cumplir.
- En el cuadro de BT, todos los cables de alimentación de las estaciones de potencia deberán tener sus terminales con colores identificables, siguiendo el siguiente estándar:
    - Conductores activos en circuitos simples: Rojo
    - Conductores activos en circuitos múltiples:
        - Fase A: Negro
        - Fase B: Marrón
        - Fase C: Gris
- Deberá garantizarse que los terminales estén fijados de forma segura a los cables, sin espacios entre ellos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- No se permiten empalmes entre los cables.
- Si fueran necesarias instalaciones adicionales de energía en las estaciones de potencia, los cables eléctricos deben instalarse en conductos de PVC. La unión de cuadros solo será permitida después de la autorización de la Dirección de obra.
- Si los conductos fueran instalados, se fijarán en la pared utilizando el método apropiado de acuerdo RD 223/2008 y sus instrucciones técnicas. Los arcos deben realizarse de acuerdo con el radio de curvatura mínimo de los tubos y cables.
- Para fijar los tubos a placas, luminarias y cajas de empalme se deberá usar una abrazadera.

Suministrar dispositivos de corriente residual de acuerdo con RD 223/2008 y sus instrucciones técnicas.

5.17.6.2. Suministro auxiliar de energía para otros cuadros

Para estas conexiones se deberá cumplir los siguientes puntos:

- Los arreglos generales se describen en la sección 5.17.7 de esta especificación y se deben cumplir.
- En el cuadro de BT, todos los cables de alimentación de las estaciones de potencia deberán tener sus terminales con colores identificables, siguiendo el siguiente estándar:
    - Conductores activos en circuitos simples: Rojo
    - Conductores activos en circuitos múltiples:
        - Fase A: Negro
        - Fase B: Marrón
        - Fase C: Gris
- Deberá garantizarse que los terminales estén fijados de forma segura a los cables, sin espacios entre ellos.
- No se permiten empalmes entre los cables.
- Si fueran necesarias instalaciones adicionales de energía en las estaciones de potencia, los cables eléctricos deben instalarse en conductos de PVC. La unión de cuadros solo será permitida después de la autorización de la Dirección de obra.
- Si los conductos fueran instalados, se fijarán en la pared utilizando el método apropiado de acuerdo RD 223/2008 y sus instrucciones técnicas. Los arcos deben realizarse de acuerdo con el radio de curvatura mínimo de los tubos y cables.
- Para fijar los tubos a placas, luminarias y cajas de empalme se deberá usar una abrazadera.

Suministrar dispositivos de corriente residual de acuerdo con RD 223/2008 y sus instrucciones técnicas.

5.17.7. Arreglo general de cableado

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se deben cumplir los siguientes requerimientos de montaje de equipos eléctricos que se indican:

- El radio de curvatura de los cables debe ser lo más grande posible, y nunca debe ser menor que el radio de curvatura mínimo proporcionado por el fabricante.
- Las rutas del cableado subterráneo deben indicarse con marcadores en los cambios de dirección y en los pasillos de carretera.
- Los cables deben colocarse sin empalmes o uniones de cables. Los empalmes de los cables y/o las uniones solo pueden ser aprobadas en casos extremos por el director y, en tales casos, la unión/junta del cable debe estar claramente indicada con marcadores de posición enterrados.
- Los cables que se colocan en zanjas deben estar cubiertos por una capa de revestimiento de arena con relleno térmicamente controlado o equivalente con la clasificación térmica de acuerdo con la ITC-BT-07 y ITC-LAT-06.
- Todo el material de relleno del suelo nativo debe estar libre de piedras grandes y re-compactado.
- El proveedor debe solicitar la aprobación de la zanja antes de la excavación.
- La instalación de los cables cerca de la estructura cruzadas o vigas debe ser hecha con cuidado para evitar daños en el aislamiento del cable. La instalación debe realizarse sin tirar de cables (el aislamiento puede ser cortado por el borde de la estructura).
- Toda entrada y salida de un conducto debe llenarse con espuma de poliuretano. Los cables se instalarán dentro de los tubos antes de colocar la espuma de poliuretano.
- En zanjas, el orden de instalación de los cables debe comenzar por la capa más profunda de cables y continuar con las capas superiores, como se muestra en los planos.
- Cada elemento que se utilice a la intemperie, incluyendo cables o lazos de cable, debe ser resistente a la radiación UV. Los certificados que acreditan esta propiedad deben ser proporcionados al director.
- Los cables deberán estar marcados en ambos extremos de forma legible y duradera, de acuerdo con el procedimiento de codificación de equipos y sistemas.
- Las marcas se deben grabar en etiquetas trifoliadas o similares, de modo que las marcas no se deterioren con la acción de la luz UV.
- Los terminales deben instalarse con tornillos, tuercas y arandelas de seguridad adecuadas para uso eléctrico. El torque debe ser al menos el mínimo especificado por el fabricante.
- Todos los cables deben seleccionarse dentro de los parámetros de caída de tensión determinados por la longitud de la ruta y la carga.
- Se debe realizar la selección de todos los cables para satisfacer los requisitos de desconexión automática en condiciones de cortocircuito y tensión de tierra/contacto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Conductos

Los tubos deberán ser de tipo flexible corrugado. Los tubos deberán fijarse con abrazaderas garantizando su seguridad.

Todos los empalmes de los tubos deben estar libres de rebabas y bordes rugosos, y deben tomarse las precauciones necesarias en todo momento para evitar la entrada de humedad o materia perjudicial en los sistemas de conductos.

El uso de conducto flexible debe mantenerse en un mínimo práctico.

Todos los conductos flexibles deben ser resistentes a la corrosión y a la intemperie, con protección UV cuando tengan exposición al sol, y de Sealflex o fabricación equivalente. Los enchufes roscados de tipo positivo deben utilizarse en todas las terminaciones de conductos flexibles.

Todos los conductos pensados para uso futuro deberán ser completados con polipropileno cordado de cintura.

Conductos de PEAD

Los conductos corrugados de PEAD deberán instalarse con la previa autorización de la Dirección de obra.

Conductos de Alta resistencia UPVC

Los conductos UPVC deberán seguir las directrices de la ITC-BT-07.

5.17.8. Condiciones técnicas de los equipos y materiales

5.17.8.1. Condiciones generales

Todos los equipos serán nuevos, y aquellos que formen parte de un conjunto con las mismas solicitudes, serán del mismo tamaño, tipo y construcción. Además, serán diseñados, almacenados, instalados, etc., de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Se proporcionarán todos los elementos necesarios para la manipulación y montaje de los diversos equipos.

En el suministro se incluyen todas las herramientas y accesorios especiales necesarios para el mantenimiento de los equipos y sus auxiliares. La disposición de los equipos de un mismo sistema deberá disponerse de forma que se encuentren agrupados y alineados en sentido longitudinal, con la finalidad de facilitar su manejo por las grúas o cualquier otro medio de manipulación que se vaya a utilizar.

Solo los equipos probados satisfactoriamente en la fábrica, en condiciones similares a las de servicio, y realizados de acuerdo con las especificaciones, serán aceptados para ser montados en la planta.

5.18. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

5.18.1. Criterios generales

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.18.1.1. Esquema de formato de etiqueta

Para crear un sistema de identificación y codificación único, solo se permite el uso de caracteres latinos y números arábigos. Todos los caracteres deben ser en mayúsculas y en idioma español.

El código tendrá 2 partes, la primera parte define el equipo y estará formada por dos (2) o tres (3) caracteres latinos para identificar el equipo o el elemento de la planta del que se trata, seguido de una serie de números separados por puntos que indican el número del elemento en sí y de todos los equipos a los que pertenece. Se utilizará el carácter punto '.' para separar la numeración de cada elemento de la cadena para que sea más fácil su comprensión.

En algunos casos, se combinará la codificación con subíndices numéricos que se especificarán en los siguientes apartados.

Cualquier código o información adicional que se muestre en las etiquetas, deberá ser especificada en la documentación entregada con el equipo indicando el significado correspondiente.

5.18.1.2. Marcado de los materiales

Los elementos se marcarán con etiquetas, pegatinas o pintura indeleble tipo "fixolid". En el caso de los equipos con placa de características, podrán marcarse mediante grabación de dicha placa. El marcado mostrará el código completo.

Todo el marcado deberá estar constantemente en la misma fuente, tamaño, colores y resistente a las condiciones ambientales. El marcado deberá permanecer en una posición fácil y accesible para que sea posible una rápida identificación del equipo.

Para el marcado de cables debe realizarse con marcadores de identificación de material plástico de alta resistencia, conforme con el número de cable en la lista de cables. El etiquetado de los cables enterrados en tierra debe ser legible por lo menos a 25 años.

5.18.2. Codificación

5.18.2.1. Centro de transformación

La numeración se realizará de forma consecutiva de norte a sur de la planta fotovoltaica, y de oeste a este. Por tanto, la codificación de las estaciones de potencia se expresará de la siguiente forma: CT.Z comenzando en 1 la numeración.

Donde:

- **CT:** Código para identificar los centros de transformación:
- Z: Identifica el número correlativo del Centro de Transformación (1, 2, 3…)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.18.2.2. Inversor

En caso de inversores, la codificación del inversor se expresará de la siguiente forma:

- **INV**.Z.Y
-

  Donde:

- **INV:** Código para identificar los inversores
- Z: Indica el número del Centro de Transformación al que pertenece
- Y: Indica el número correlativo del inversor (1, 2, 3…)

5.18.2.3. Cajas de string

En el caso de inversores centrales, las cajas de strings se codificarán teniendo en cuenta el inversor al que derivan sus cables. La numeración se realizará de forma consecutiva de oeste a este y de norte a sur del subcampo fotovoltaico al que pertenece. Por tanto, la codificación de la caja de string se expresará de la siguiente forma: **CB**.Z.Y.X.X_1.X_2

En el caso de que la planta fotovoltaica diseñada con inversores de strings, las cajas de agrupamiento de los mismos, si existen, se codificarán teniendo en cuenta el centro de transformación al que se conectan. La numeración se realizará de forma consecutiva de oeste a este y de norte a sur del subcampo fotovoltaico al que pertenece. Por tanto, la codificación de la caja de string se expresará de la siguiente forma: **CB**.Z.X. X_1.X_2

Donde:

- **CB:** Código para identificar las cajas de string
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- Y: número del inversor al que pertenece
- X: número correlativo de caja de string/agrupamiento (1, 2, 3…)
- X_1: número de entradas de cable DC o AC
- X_2: número de entradas de cable DC o AC utilizadas

5.18.2.4. Estructuras fotovoltaicas: Seguidor/Estructura fija

Para codificar la estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos, ya sean fijas o con seguimiento, se tendrá en cuenta su recorrido hasta llegar al centro de transformación al que pertenecen.

<u>Seguidores</u>:

- Para el caso de seguidores en planta con inversores centrales, el código se expresará de la siguiente forma: **TR**.Z.Y.X.W

- Para el caso de seguidores en planta con inversores de strings, el código se expresará de una de las siguientes formas según el caso casos:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Planta con inversores de strings y con cajas de agrupamiento de los mismos: TR.Z.X.Y.W
- Planta con inversores de strings y sin cajas de agrupamiento: TR.Z.Y.W

Estructuras fijas:

- Para el caso de estructuras fijas en planta con inversores centrales, el código se expresará de la siguiente forma: EST.Z.Y.X.W

- Para el caso de estructuras fijas en planta con inversores de strings, el código se expresará de una de las siguientes formas según el caso casos:

  - Planta con inversores de strings y con cajas de agrupamiento de los mismos: EST.Z.X.Y.W
  - Planta con inversores de strings y sin cajas de agrupamiento: EST.Z.Y.W

Donde:

- TR: Código para identificar el tracker
- EST: Código para identificar la estructura fija
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- Y: número del inversor al que pertenece
- X: número de caja de string/caja de agrupamiento al que pertenece si procede
- W: número correlativo del tracker (1, 2, 3…).

5.18.2.5. Cuadro de control motor de la estructura (si procede)

Se asignará un código a cada cuadro de control del motor del tracker, la codificación de los cuadros de control se expresará de la siguiente forma:

- Para planta con inversores centrales: TCU.Z.Y.X.W.V
- Para planta con inversores de strings con cajas de agrupamiento: TCU.Z.X.Y.W.V
- Para planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento: TCU.Z.Y.W.V

Donde:

- TCU: Código para identificar el cuadro de control del motor del tracker
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- Y: número del inversor al que pertenece
- X: número de caja de string/caja de agrupamiento al que pertenece si procede
- W: número del tracker al que pertenece
- V: número correlativo del TCU (1, 2, 3…).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.18.2.6. Motor tracker

Se asignará un código a cada motor del tracker, la codificación de los motores se expresará de la siguiente forma:

- Para planta con inversores centrales: **MOT**.Z.Y.X.W.U
- Para planta con inversores de strings con cajas de agrupamiento: **MOT**.Z.X.Y.W.U
- Para planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento: **MOT**.Z.Y.W.U

Donde:

- **MOT**: Código para identificar el motor del tracker
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- Y: número del inversor al que pertenece
- X: número de caja de string/caja de agrupamiento al que pertenece si procede
- W: número del tracker al que pertenece
- T: número correlativo del motor (1, 2, 3…).

5.18.2.7. Cuadro servicios auxiliares

Se asignará un código a cada cuadro de servicios auxiliares, la codificación se expresará de la siguiente forma: **CSA**.Z.N

Donde:

- CSA: Código para identificar el cuadro de servicios auxiliares.
- Z: indica el número de la estación de potencia en la que se encuentra
- N: Indica el número correlativo de los cuadros de servicios auxiliares dentro de cada estación de potencia (1, 2, 3,…).

5.18.2.8. Transformador de potencia

Se asignará un código a cada transformador de potencia, la codificación se expresará de la siguiente forma: **TR**.Z.L

Donde:

- TR: Código que identifica el transformador de potencia.
- Z: Indica la estación de potencia a la que pertenece
- L: Indica el número correlativo del transformador (1, 2, 3,…)

5.18.2.9. Transformador de servicios auxiliares

Se asignará un código a cada transformador de servicios auxiliares, la codificación se expresará de la siguiente forma: **TSA**.Z.K

Donde:

- TSA: Código para identificar el transformador de servicios auxiliares

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Z: Indica el número de la estación de potencia a la que pertenece
- K: Indica el número correlativo del transformador de SSAA (1, 2, 3,...).

5.18.2.10. Celda MT

El código que se asignará a cada celda de media tensión se expresará de la siguiente forma:

CEL-Z-TIPO- J

Donde:

- CEL: Código que identifica la celda de media tensión.
- Z: Indica la estación de potencia a la que pertenece. En caso de pertenecer a la subestación, se indica con un 0.
- TIPO: Indica el tipo de celda de media tensión (L: Línea, LT: Línea con transformador de corriente en embarrado, P: Protección, AT: Acometida de transformador, SA: Servicios auxiliares).
- J: Indica el número correlativo en función del tipo de celda (1, 2, 3...).

5.18.2.11. Power plant controller (PPC)

Se asignará un código a cada PPC, tal como se describe a continuación: **PPC**-E

Donde:

- PPC: código que identifica el Power Plant Controller.
- E: Indica el número correlativo de PPC (1, 2, 3,...).

5.18.2.12. Cableado corriente continua

Cable de string

Se asignará un código a cada string, la codificación de los mismos se expresará de la siguiente forma:

- Para planta con inversores centrales: **ST**.Z.Y.X.W.T(+) / **ST**.Z.Y.X.W.T(-)

- Para planta con inversores de strings con cajas de agrupamiento: **ST**.Z.X.Y.W.T(+) / **ST**.Z.X.Y.W.T(-)

- Para planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento: **ST**.Z.Y.W.T(+) / **ST**.Z.X.Y.W.T(-)

Donde:

- ST: Código para identificar el string
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- Y: número del inversor al que pertenece

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- X: número de caja de string/caja de agrupamiento al que pertenece si procede
- W: número de tracker/estructura fija a la que pertenece
- T: número correlativo del string (1, 2, 3…), con el símbolo (+) si se trata del polo positivo y (-) si se trarata del polo negativo

Cable DC de agrupación de strings

Se trata del cable de agrupación de 2 o 3 strings mediante conectores de 2 a 1 o de 3 a 1 desde el conector hasta la caja string o hasta el inversor de string. La codificación se expresará de la siguiente forma:

- Para planta con inversores centrales: DC_1.Z.Y.X.W.S(+)/DC.Z.Y.X.W.S(-)
- Para planta con inversores de strings con cajas de agrupamiento: DC_1.Z.X.Y.W.S(+)/DC.Z.X.Y.W.S(-)
- Para planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento: DC_1.Z.Y.W.S(+)/DC.Z.Y.W.S(-)

Donde:

- DC_1: Código para identificar el cable DC desde el conector hasta la caja string o hasta el inversor de string
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- Y: número del inversor al que pertenece
- X: número de caja de string o caja de agrupamiento a la que pertenece si procede
- W: número del tracker/estructura fija a la que pertenece
- S(+)/S(-): número correlativo del cable (1, 2, 3…) con el símbolo (+) si se trata del polo positivo y (-) si se trarata del polo negativo

Cable DC de caja de strings a inversor

El cable de corriente continua desde la salida de la caja de strings hasta el inversor central correspondiente, se asignará un código que se expresará de la siguiente forma:

DC_2.Z.Y.X.W.R(+)/DC_2.Z.Y.X.W.R(-)

Donde:

- DC_2: Código para identificar el cable DC desde la caja de strings el inversor central al que se conecta.
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- Y: número del inversor al que pertenece
- X: número de caja de string
- R(+)/R(-): número correlativo del cable (1, 2, 3…) con el símbolo (+) si se trata del polo positivo y (-) si se trarata del polo negativo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.18.2.13. Cable CA BT (En caso de inversores string)

Del inversor de string hasta la caja de agrupamiento o centro de transformación.

Se trata del cable desde la salida del inversor de strings hasta el centro de transformación o hasta la caja de agrupamiento si procede. Se asignará un código a todos los cables que se expresará de la siguiente forma:

- Planta con inversores de strings y con cajas de agrupamiento de inversores: AC_1.Z.X.Y.Q
- Planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento. Del inversor a la la estación de potencia: AC_1.Z.Y.Q

Donde:

- AC_1: Código para identificar el cable AC de BT indicado
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- X: número de caja de agrupamiento de inversores si procede
- Y: número del inversor al que pertenece
- Q: número correlativo del cable (1, 2, 3…)

De la caja de agrupamiento a la estación de potencia

En caso de agrupamiento de inversores de strings en una caja de agrupamiento, la codificación del cable que unirá dicha caja con la estación de potencia se expresará de la siguiente forma:

AC_2.Z.X.P

Donde:

- AC_2: Código para identificar el cable AC indicado
- Z: número del Centro de Transformación al que pertenece
- X: número de caja de agrupamiento a la que pertenece
- P: número correlativo del cable (1, 2, 3…)

5.18.2.14. Cable de media tensión

Se asignará un código a todos los cables de media tensión que conectan las estaciones de potencia y la subestación/centro de seccionamiento de la planta tal como se describe a continuación:

MT.NNOO.NNDD.C.F

Donde:

- MT: Código para identificar el cable de Media Tensión
- OONN: Hace referencia al equipo origen (centro de trasnformación) que conecta el cable, es decir a su código y su número correlativo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Ej: centro de transformación 3: CT3

- DDNN: Hace referencia al equipo destino (centro de transformación o subestación/centro de seccinamiento) que conecta el cable,es decir, su código y su número correlativo sucesivamente.
  - Ej: centro de transformación 4: CT4
  - Ej: Subestación: SET (sin número correlativo ya que habría una única SET)
  - Ej: Centro de seccionamieno: CS (sin número correlativo ya que habría un único CS)
- C: Hace referencia al nº de circuito de media tensión al que pertenece (1, 2, 3…)
- F: Hace referencia a la fase que representa y conduce el cable (R, S, T).

5.18.2.15. Cable de servicios auxiliares

Se asignará un código a todos los cables de alimentación a los servicios auxiliares, el código completo para los cables que alimentan los servicios auxiliares de la planta debe hacer referencia a los equipos de origen y destino a los que están conectados. Por tanto, la codificación se expresará de la siguiente forma: **SA**.OONN.DDNN.O

Donde:

- **SA**: Código para identificar el cable de servicios auxiliares
- OONN: Hace referencia al equipo origen (centro de transformación, centro de control de la subestación o del centro de seccionamiento) que conecta el cable, es decir a su código y su número correlativo.

  Ej: centro de transformación 4: CT4
  Ej: Subestación: SET (sin número correlativo ya que habría una única SET)
  Ej: Centro de seccionamiento: CS (sin número correlativo ya que habría un único CS)

- DDNN: Hace referencia al equipo destino que conecta el cable, es decir, a su código y su número correlativo sucesivamente.
  - Ej: Báculo 13: BA13
- O: número correlativo del cable (1, 2, 3…)

5.18.2.16. Conectores de cableado de strings

Se asignará un código a todos los conectores 2 a 1 o 3 a 1 que agrupen 2 o 3 strings. La codificación se expresará de la siguiente forma:

- Para planta con inversores centrales: **C**.Z.Y.X.W(+)/**C**.Z.Y.X.W(-)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Para planta con inversores de strings y cajas de agrupamiento: **C**.Z.X.Y.W(+)/**C**.Z.X.Y.W(-)
- Para planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento: **C**.Z.Y.W(+)/**C**.Z.Y.W(-)

Donde:

- C: Código para identificar el conector
- Z: Indica la estación de potencia a la que pertenece (1, 2, 3…).
- Y: Indica el inversor al que pertenece (1, 2, 3…).
- X: Indica el número de caja string o caja de seccionamiento si procede a la que se conecta (1, 2, 3…).
- W: Indica el número de tracker al que pertenece.
- (+)/(-): símbolo del positivo y del polo negativo respectivamente.

5.18.2.17. Cámara de seguridad térmica

La numeración de las cámaras térmicas de seguridad comenzará en el origen del cable de alimentación/comunicaciones, es decir, la estación de potencia o del cuadro de comunicaciones del centro de control, hasta la cámara donde finaliza el circuito.

Por tanto, la codificación de las cámaras de seguridad térmicas se expresará de la siguiente forma:

CAM.OONN.I

Donde:

- CAM: Código que identifica la cámara de seguridad térmica.
- OONN: hace referencia al equipo origen (centro de transformación, centro de control de la subestación o del centro de seccionamiento) que conecta con la cámara, es decir a su código y su número correlativo.

  Ej: centro de transformación 4: CT4

  Ej: Subestación: SET (sin número correlativo ya que habría una única SET)

  Ej: Centro de seccionamiento: CS (sin número correlativo ya que habría un único CS)
- I: Indica el número correlativo de la cámara de seguridad (1, 2, 3,…).

En caso de ser el origen la estación de potencia, se realizará de forma ascendente según la misma.

5.18.2.18. Cámara de seguridad DOMO

La numeración de las cámaras DOMO comenzará en el origen del cable de alimentación/comunicaciones, es decir, la estación de potencia o del cuadro de comunicaciones del centro de control, hasta la cámara donde finaliza el circuito.

Por tanto, la codificación de las cámaras DOMO se expresará de la siguiente forma:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

DOM.OONN.I

Donde:

- DOM: Código que identifica la cámara de seguridad tipo DOMO.
- OONN: hace referencia al equipo origen (centro de transformación, centro de control de la subestación o del centro de seccionamiento) que conecta con la cámara, es decir a su código y su número correlativo.
    - Ej: centro de transformación 4: CT4
    - Ej: Subestación: SET (sin número correlativo ya que habría una única SET)
    - Ej: Centro de seccionamiento: CS (sin número correlativo ya que habría un único CS)
- I: Indica el número correlativo de la cámara de seguridad (1, 2, 3,...).

5.18.2.19. Báculo de cámaras de seguridad

La numeración de los báculos que soportan las cámaras comenzará en el origen del cable de alimentación/comunicaciones, es decir, la estación de potencia o del cuadro de comunicaciones del centro de control, hasta el báculo donde finaliza el circuito. Por tanto, la codificación de los báculos de las cámaras se expresará de la siguiente forma:

BA.OONN.I

Donde:

- BA: Código que identifica el báculo de las cámaras de seguridad.
- OONN: hace referencia al equipo origen (centro de trasnformación, centro de control de la subestación o del centro de seccionamiento) que conecta con el báculo, es decir a su código y su número correlativo.
    - Ej: centro de transformación 4: CT4
    - Ej: Subestación: SET (sin número correlativo ya que habría una única SET)
    - Ej: Centro de seccionamieno: CS (sin número correlativo ya que habría un único CS)
- I: Indica el número correlativo del báculo de las cámaras de seguridad (1, 2, 3,...).

5.18.2.20. Cajas de empalme/cuadros CCTV

La numeración de de los cuadros o las cajas de empalme del sistema de seguridad comenzará en el origen del cable de alimentación/comunicaciones, es decir, la estación de potencia o del cuadro de comunicaciones del centro de control, hasta el cuadro donde finaliza el circuito. Por tanto, la codificación de las cajas de empalme/cuadros CCTV se expresará de la siguiente forma: **CTV**.OONN.I

Donde:

- CTV: Identifica la caja de empalme/ cuadro del sistema CCTV

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- OONN: hace referencia al equipo origen (centro de transformación, centro de control de la subestación o del centro de seccionamiento) que conecta con la caja, es decir a su código y su número correlativo.
    - Ej: centro de transformación 4: CT4
    - Ej: Subestación: SET (sin número correlativo ya que habría una única SET)
    - Ej: Centro de seccionamiento: CS (sin número correlativo ya que habría un único CS)
- I: Indica el número correlativo de la caja de empalme (1, 2, 3,...).

5.18.2.21. Puertas de acceso

Se asignará un código a cada puerta de acceso, tal como se describe a continuación: **PUE**.I

Donde:

- PUE: código que identifica la puerta de acceso.
- I: Indica el número correlativo de la puerta de acceso (1, 2, 3,...).

5.18.2.22. Estación meteorológica

Se asignará un código a cada estación meteorológica, tal como se describe a continuación:

MET.OONN.H

Donde:

- MET: El código que identifica la estación meteorológica
- OONN: hace referencia al equipo origen (centro de transformación, centro de control de la subestación o del centro de seccionamiento) que conecta con la estación meteorológica, es decir a su código y su número correlativo.
    - Ej: centro de transformación 4: CT4
    - Ej: Subestación: SET (sin número correlativo ya que habría una única SET)
    - Ej: Centro de seccionamiento: CS (sin número correlativo ya que habría un único CS)
- H: Indica el número de la estación meteorológica (1, 2, 3,...).

5.18.2.23. Piranómetro

Se asignará un código a cada piranómetro, tal como se describe a continuación:

Código para identificar los piranómetros: **PY**.H.G

Donde:

- PY: el código que identifica el piranómetro.
- H: Indica la estación meteorológica a la que pertenece (1, 2, 3,...).
- G: Indica el número del piranómetro de la estación meteorológica (1, 2, 3,...).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.18.2.24. Conversor MT a 4-20mA

Se asignará un código a cada conversor MT instalado a la salida de los piranómetros, tal como se describe a continuación: **CNV**.H.G

Donde:

- CN: Identifica el conversor MT.
- H: Indica la estación meteorológica a la que pertenece (1, 2, 3,...).
- G: Indica el número del piranómetro de la estación meteorológica (1, 2, 3,...)

5.18.2.25. Temperatura ambiente y humedad

Se asignará un código a cada sensor, tal como se describe a continuación: **TA**.H.F

Donde:

- TA: código que identifica el sensor.
- H: Indica la estación meteorológica a la que pertenece (1, 2, 3,...).
- F: Indica el número del sensor de temperatura y humedad de la estación meteorológica (1, 2, 3,...).

5.18.2.26. Anemómetro

Se asignará un código a cada anemómetro, tal como se describe a continuación: **AN**.H.F

Donde:

- AN: código que identifica el anemómetro.
- H: Indica la estación meteorológica a la que pertenece (1, 2, 3,...).
- F: Indica el número del anemómetro de la estación meteorológica (1, 2, 3,...).

5.18.2.27. Célula de referencia

Se asignará un código a cada célula de referencia, tal como se describe a continuación: **CR**.H.F

Donde:

- CR: código que identifica la célula de referencia.
- H: Indica la estación meteorológica a la que pertenece (1, 2, 3,...).
- F: Indica el número de la célula de referencia de la estación meteorológica (1, 2, 3,...).

5.18.2.28. Sensor de temperatura

Se asignará un código a cada sensor de temperatura, tal como se describe a continuación: **ST**-H-F

Donde:

- ST: código que identifica el sensor de temperatura.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- H: Indica la estación meteorológica a la que pertenece (1, 2, 3,...).
- F: Indica el número de la célula de referencia de la estación meteorológica (1, 2, 3,...).

5.18.2.29. Cable de fibra óptica

Se asignará un código a todos los cables de fibra óptica que debe hacer referencia a los equipos de origen y destino a los que están conectados. Por tanto, la codificación de los cables de fibra óptica se expresará de la siguiente forma:

FO.OONN.DDNN

Donde:

- FO: Código para identificar el cable de fibra óptica.
- OONN: Hace referencia al equipo origen que conecta el cable
- DDNN: Hace referencia al equipo destino que conecta el cable.

5.18.2.30. Cable ethernet

Se asignará un código a todos los cables de ethernet que debe hacer referencia a los equipos de origen y destino a los que están conectados. Por tanto, la codificación de los cables de fibra óptica se expresará de la siguiente forma: **ETH**.OONN.DDNN

Donde:

- ETH: Código para identificar el cable Ethernet
- OONN: Hace referencia al equipo origen que conecta el cable
- DDNN: Hace referencia al equipo destino que conecta el cable.

5.18.2.31. Cable RS-485

Se asignará un código a cada cable RS-485 haciendo referencia a los equipos de origen y destino a los que están conectados. Por tanto, la codificación de los cables se expresará de la siguiente forma:

- En plantas con Inversores centrales: **RS**.Z.Y.X_(nn)
- En plantas con inversores de string con cajas de agrupmiento de inversores de string: **RS**.Z.X_(nn)
- En plantas con inversores de string sin cajas de agrupamiento: **RS**.Z.Y_(nn)

Donde:

- RS: Identifica el cable RS-485.
- Z: Indica el número de la estación de potencia a la que está conectado
- Y: Indica el inversor al que pertenece si procede

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- X: Indica el número de caja string/caja de agrupamiento de inversores a la que va conectado (1, 2, 3…) si procede.
- (nn): Indica si el cable RS-485 está armado (AR) o sin armar (SA).

5.18.2.32. Cuadro de comunicaciones

Se asignará un código a cada caja de comunicaciones, la codificación se expresará de la siguiente forma: **COM**.Z.M

Donde:

- COM: Código que identifica la caja de comunicaciones.
- Z: Indica el número de la estación de potencia en la que se encuentra
- M: Indica el número correlativo de las cajas de comunicaciones dentro de cada estación de potencia (1, 2, 3,…).

5.18.2.33. Gateway

Se asignará un código a cada gateway, se expresará de la siguiente forma: **GW**.Z

Donde:

- GW: Código para identificar la gateway.
- Z: Indica la estación de potencia a la que pertenece

5.18.2.34. Switch

La codificación de los switches se expresará de la siguiente forma: **SWT**.Z.M.D

Donde:

- SWT: código que identifica el switch.
- Z: Indica la estación de potencia a la que pertenece
- M: Indica el cuadro en el que se ubica el switch (1: SCADA, 2: Comunicaciones).
- D: Indica el número correlativo de switch (1, 2, 3,…).

5.18.2.35. Datalogger

La codificación de los dataloggers se expresará de la siguiente forma: **DAT**.M.B.D

Donde:

- DAT: Código que identifica el datalogger.
- M: Indica el cuadro en el que se ubica el switch (1: SCADA, 2: Comunicaciones).
- B: Indica el equipo del que recoge datos (1: Estación meteorológica, 2: Tracker).
- D: Indica el número correlativo de datalogger (1, 2, 3,…).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.18.2.36. Router

La codificación de los routers se expresará de la siguiente forma: **RO**.D

Donde:

- RO: código que indentifica el router
- D: Indica el número correlativo de los routers (1, 2, 3, ...)

5.18.2.37. Network control unit

La codificación de las bases se expresará de la siguiente forma: **NCU**.Z.B

Donde:

- NCU: Identifica la base network control
- Z: Indica el número de la estación de potencia al que pertenece
- B: Indica número correlativo de NCU en el poste de la base del tracker (1,2,3,...)

5.18.2.38. Remote sensor unit

La codificación de las bases se expresará de la siguiente forma: **RSU**.Z.B

Donde:

- RS: Identifica la base remote sensor
- Z: Indica el número la estación de potencia al que pertenece
- B: Indica número correlativo de RSU (1,2,3,...)

Resumen codificación

Tabla 14: Resumen codificación equipos

Elemento	Código	Posición del número correlativo	Ejemplo codificación completa
Equipos			
Estación de potencia	**CT**	Z	**CT**.Z
Inversor central o inversor de strings sin caja de agrupamiento	**INV**	Y	**INV**.Z.Y
Inversor de string conectado a caja de agrupación	**INV**	Y	**INV**.Z.X.Y
Caja string	**CB**	X	**CB**.Z.Y.X.X_1.X_2

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Elemento	Código	Posición del número correlativo	Ejemplo codificación completa
Caja de agrupamiento de inversores	CB	X	CB.Z.X. X_1.X_2
[1]Estructura fija ([1]planta con inversores centrales)	EST	W	EST.Z.Y.X.W
[2] Estructura fija ([2] planta con inversores de string y cajas de agrupamiento)	EST	W	EST.Z.X.Y.W
[3] Estructura fija ([3] planta con inversores de string sin cajas de agrupamiento)	EST	W	EST.Z.Y.W
[1]Tracker ([1]planta con inversores centrales)	TR	W	TR.Z.Y.X.W
[2] Tracker ([2] planta con inversores de string y cajas de agrupamiento)	TR	W	TR.Z.X.Y.W
[3] Tracker ([3] planta con inversores de string sin cajas de agrupamiento)	TR	W	TR.Z.Y.W
[1]Cuadro de control motor tracker ([1]planta con inversores centrales)	TCU	V	TCU.Z.Y.X.W.V
[2] Cuadro de control motor tracker ([2] planta con inversores de string y cajas de agrupamiento)	TCU	V	TCU.Z.X.Y.W.V
[3] Cuadro de control motor tracker ([3] planta con inversores de string sin cajas de agrupamiento)	TCU	V	TCU.Z.Y.W.V
[1]Motor tracker ([1]planta con inversores centrales)	MOT	U	MT.Z.Y.X.W.U
[2] Motor tracker	MOT	U	MT.Z.X.Y.W.U

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Elemento	Código	Posición del número correlativo	Ejemplo codificación completa
([2] planta con inversores de string y cajas de agrupamiento)			
[3] Motor tracker ([3] planta con inversores de string sin cajas de agrupamiento)	MOT	U	MT.Z.Y.W.U
Cuadro de servicios auxiliares	CSA	N	CSA.Z.N
Transformador de potencia	TR	L	TR.Z.L
Transformador SSAA	TSA	K	TSA.Z.K
Celda MT	CEL	J	CEL.Z.TIPO.J
Power Plant Controller (PPC)	PPC	E	**PPC**-E
Cableado y conectores			
[1]String ([1]planta con inversores centrales)	ST	T	ST.Z.Y.X.W.T(+) ST.Z.Y.X.W.T(-)
[2] String ([2] planta con inversores de strings con cajas de agrupamiento)	ST	T	ST.Z.X.Y.W.T(+) ST.Z.X.Y.W.T(-)
[3] String ([3] planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento)	ST	T	ST.Z.Y.W.T(+) ST.Z.Y.W.T(-)
[1]Cable DC desde estructura a caja string ([1]planta con inversores centrales)	DC_1	S	DC_1.Z.Y.X.W.S(+) DC_1.Z.Y.X.W.S(-)
[2]Cable DC desde estructura a inversor de string ([2] planta con inversores de strings con cajas de agrupamiento)	DC_1	S	DC_1.Z.Y.X.W.S(+) DC_1.Z.Y.X.W.S(-)
[3] Cable DC desde estructura a inversor de string ([3] planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento)	DC_1	S	DC.Z.Y.W.S(+) DC.Z.Y.W.S(-)
Cable DC desde caja de strings a inversor central	DC_2	R	DC_2.Z.Y.X.W.R(+)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Elemento	Código	Posición del número correlativo	Ejemplo codificación completa
			DC_2.Z.Y.X.W.R(-)
[2] Cableado AC/BT del inversor a la caja de agrupamiento ([2] planta con inversores de strings y cajas de agrupamiento	AC_1	Q	AC_1.Z.X.Y.Q
[3] Cableado AC/BT de inversor de strings a la estación de potencia ([3] planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento)	AC_1	Q	AC_1.Z.Y.Q
[2] Cableado AC/BT de la caja de agrupamiento a la estación de potencia ([2] planta con inversores de strings y cajas de agrupamiento)	AC_2	P	AC2.Z.X.P
Cable MT	MT	C	MT-NNOO-NNDD-C-F
Cable de SSAA	SA	O	SA.OONN.DDNN.O
[1] Conector de cableado de strings ([1] planta con inversores centrales)	C	No aplica	C.Z.Y.X.W(+) C.Z.Y.X.W(-)
[2] Conector de cableado de strings ([2] planta con inversores de strings y cajas de agrupamiento)	C	No aplica	C.Z.X.Y.W(+) C.Z.X.Y.W(-)
[3] Conector de cableado de strings ([3] planta con inversores de strings sin cajas de agrupamiento)	C	No aplica	C.Z.Y.W(+) C.Z.Y.W(-)
Sistema de seguridad			
Cámara de seguridad térmica	CAM	I	CAM.OONN.I
Cámara de seguridad DOMO	DOM	I	DOM.OONN.I
Báculo de cámara de seguridad	BA	I	BA.OONN.I
Caja de empalme CCTV	CTV	I	CTV-OONN-I

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Elemento	Código	Posición del número correlativo	Ejemplo codificación completa
Puerta de acceso	**PUE**	I	**PUE**-I
Estación meteorológica			
Estación meteorológica	**MET**	H	**MET**-OONN-H
Piranómetro	**PY**	G	**PY**-H-G
Conversor MT a 4-20 mA	**CNV**	No aplica	**CNV**-H-G
Temperatura ambiente y humedad	**TA**	F	**TA**-H-F
Anemómetro	**AN**	F	**AN**-H-F
Célula de referencia	**CR**	F	**CR**.H.F
Sensor de temperatura	**ST**	F	**ST**-H-F
Conversor MT a 4-20 mA	**CNV**	H	**CNV**-H-G
Comunicaciones			
Cable de fibra óptica	**FO**	No aplica	**FO**.OONN.DDNN
Cable Ethernet	**ETH**	No aplica	**ETH**.OONN.DDNN
Cable RS-485 entre cajas de strings y cuadro de comunicaciones	**RS**	No aplica	**RS**.Z.Y.X_(nn)
Cable RS-485 entre cajas de agrupamiento de inversores strings y cuadro de comunicaciones	**RS**	No aplica	**RS**.Z.X_(nn))
Cable RS-485 entre inversores strings y cuadro de comunicaciones	**RS**	No aplica	**RS**.Z.Y_(nn)
Caja de comunicaciones (campo)	**COM**	M	**COM**.Z.M
Gateway	**GW**	No aplica	**GW**.Z
Switch	**SWT**	D	**SWT**.Z.M.D
Datalogger	**DAT**	D	**DAT**.M.B.D
Router	**RO**	D	**RO**.D
Network Control Unit	**NCU**	B	**NCU**.Z.B

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Elemento	Código	Posición del número correlativo	Ejemplo codificación completa
Remote Sensor Unit	RSU	B	**RSU**.Z.B

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

6. ANEXO 1:

MODULES ACCEPTANCE PROCEDURE. MODULES FEATURES AND QUALITY

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRAN II

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 222003883. Fecha Visado: 28/06/2023. Fichado Electronicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428 Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALLANO

ÍNDICE

MEMORIA 13

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 14

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 15

2.1. Descripción de la obra y situación. 15

2.2. Denominación 16

2.3. Propiedad 17

2.4. Autor del proyecto 17

2.5. Autor del estudio de seguridad y salud 17

2.6. Plazo de ejecución y mano de obra 17

2.7. Accesos 17

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 18

4. RIESGOS 20

4.1. Riesgos profesionales 20

4.1.1. En Demoliciones 20

4.1.2. En Ejecución de Movimiento de Tierras 21

4.1.3. En Ejecución de Zanjas y Cimentaciones 22

4.1.4. En Ejecución de Obras de Fábrica 23

4.1.5. En Señalización 24

4.1.6. Montaje Mecánico 24

4.1.7. Trabajos eléctricos 25

4.1.8. Riesgos producidos por agentes atmosféricos 26

4.1.9. Riesgos por incendio 26

4.1.10. Riesgos de daños a terceros 26

5. CONDICIONES DEL ENTORNO Y DE LA OBRA. 27

5.1. Interferencias con servicios afectados 27

5.1.1. Conducciones de agua 27

5.1.2. Líneas eléctricas enterradas y/o aéreas 28

5.1.3. Etiquetado de productos químicos 28

5.2. Organización de obra y acopio de materiales. 31

6. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES 32

6.1. Protecciones individuales 32

6.2. Protecciones colectivas 33

6.3. Recurso preventivo. 35

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

6.3.1. Designación recurso preventivo para fase de ejecución de obra 35
6.3.2. Identificacion de recurso preventivo 36
6.3.3. Presencia recursos preventivos 37

7. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS 39

8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE LAS OBRAS 41

8.1. Suministro y cuadros de distribución 41

8.2. Enlaces entre los cuadros y máquinas 42

8.3. Sistemas de protección 42
8.3.1. Protección contra contactos directos 42
8.3.2. Protección contra contactos indirectos 43
8.3.3. Puesta a tierra de las masas 43
8.3.4. Otras medidas de protección 43

8.4. Útiles eléctricos de mano 44

8.5. Riesgos 44

8.6. Protecciones colectivas 45

8.7. Protecciones individuales 45

9. FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA 45

9.1. Obra civil. 46
9.1.1. Movimiento de tierras. Apertura y construcción de accesos a ubicación. Explanación de parcela. 46
9.1.2. Excavación, armado y hormigonado de cimentaciones de soporte del parque fotovoltaico. 49
9.1.3. Micropilotaje cimentación estructura parque fotovoltaico. 50
9.1.4. Cimentación mediante tornilleria y placas al terreno. 54
9.1.5. Apertura y cierre de zanjas. 55
9.1.6. Obras de fábrica 59
9.1.7. Vertido de hormigon - canaleta 61

9.2. Montaje del parque fotovoltaico. 63
9.2.1. Montaje de estructura 63
9.2.2. Montaje de modulos 66

9.3. Montaje eléctrico 67
9.3.1. Interconexionado de módulos, cableados, cajas y bandejas. 67
9.3.2. Suministro e instalación de inversores. 70
9.3.3. Descarga de transformador y cableado inversor al transformador. 72
9.3.4. Unión de tierras. 73
9.3.5. Ensayos 75

9.4. Puesta en marcha 76
9.4.1. Acabados y reparaciones en instalación eléctrica 79

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

9.4.2. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones 85
9.4.3. Trabajos próximos a elementos en tensión 86
9.4.4. Trabajos en tensión 89

10. MAQUINARIA 92

10.1. Bulldozer 92
10.2. Excavadora hidráulica de cadenas 95
10.3. Cuba de riego 97
10.4. Excavadora hidráulica de cadenas 100
10.5. Retroexcavadora 102
10.6. Micropilotadora. 105
10.7. Pala cargadora 108
10.8. Motoniveladora 110
10.9. Compactadora 113
10.10. Camión bañera 116
10.11. Dumper 118
10.12. Camión hormigonera 121
10.13. Camión pluma 123
10.14. Hidrosembradora 126
10.15. Camión bombeo hormigón 130
10.16. Desbrozadora 133
10.17. Camión plataforma 137
10.18. Planta de triturado 141
10.19. Carretilla elevadora 143
10.20. Mini pilotadora 145
10.21. Grua autopropulsada 148
10.22. Plataformas elevadoras moviles 151
10.23. Grupo Electrógeno 154
10.24. Soldadura Eléctrica 156
10.25. Otras maquinas y herramientas 159
10.25.1. Compresor. 159
10.25.2. Martillo neumático 162
10.25.3. Amasadora 163
10.25.4. Vibrador 164
10.25.5. Batidora mezcladora de pinturas o barnices 165

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

10.25.6. Cortadora 167
10.25.7. Sierra Circular 168
10.25.8. Herramientas manuales 169

10.26. Medios auxiliares. *171*
10.26.1. Andamios 171
10.26.2. Carretón o carretilla de mano 176
10.26.3. Contenedor de escombros 177
10.26.4. Espuertas para pastas hidráulicas 177
10.26.5. Herramientas de albañilería 178
10.26.6. Paneles de encofrado 179
10.26.7. Tractel para arrastre de cargas 181

11. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO 182

11.1. Criterios de utilización de los medios de seguridad *182*

11.2. Medios de seguridad a emplear en el mantenimiento *182*
11.2.1. Instalación eléctrica 183

11.3. Medios de seguridad a emplear en las reparaciones *183*

12. SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES 184

12.1. Instalaciones de higiene y bienestar *184*

13. PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS 185

13.1. Incendio en las instalaciones eléctricas *185*

13.2. Productos inflamables *185*

13.3. Equipos de protección contra incendios *186*

14. PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y EMERGENCIA 186

14.1. Situaciones de emergencia *186*
14.1.1. Actuación en caso de incendio 186
14.1.2. Primeros auxilios. Actuaciones en caso de accidente. 187

14.2. Personal de emergencia. *192*

14.3. Botiquines *192*

14.4. Reconocimiento médico *193*

15. CONSIDERACIONES FINALES 194

PLIEGO 195

1. DISPOSICIONES GENERALES Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA 196

1.1. Normas legales y reglamentarias aplicadas *196*
1.1.1. Normativa legal básica 196

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.1.2. Normativa general 197
1.1.3. Estatuto de los trabajadores 200
1.1.4. Accidentes graves 200
1.1.5. Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas 200
1.1.6. Incendios 201
1.1.7. Contaminantes biológicos 201
1.1.8. Contaminantes físicos 201
1.1.9. Contaminantes químicos 204
1.1.10. Manipulación manual de cargas 205
1.1.11. Construcción 206
1.1.12. Electricidad 207
1.1.13. Empresas de trabajo temporal 207
1.1.14. Equipos de trabajo 207
1.1.15. Lugares de trabajo 208
1.1.16. Máquinas 208
1.1.17. Menores 208
1.1.18. Pantallas de visualización 209
1.1.19. Equipos de protección individual 209
1.1.20. Señalización 209
1.1.21. Otros convenios 210
1.1.22. Normas referentes a personal en obra 210
1.1.23. Normas de señalización 212
1.1.24. Normas y condiciones técnicas para el tratamiento de residuos 214
1.1.25. Normas y condiciones técnicas para el tratamiento de materiales y sustancias peligrosas 214
1.1.26. Especificaciones Técnicas 214

1.2. Funciones de las partes implicadas 217
1.2.1. Promotor 217
1.2.2. Dirección Facultativa 218
1.2.3. Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra 218
1.2.4. Contratista 219
1.2.5. Estructura del Contratista Principal 222
1.2.6. Estructura del Subcontratista 226
1.2.7. Trabajadores 230
1.2.8. Trabajadores autónomos 232

1.3. Personal del contratista, técnico de seguridad y salud, servicios médicos 233
1.3.1. Sistema decidido para el control del nivel de seguridad y salud en la obra 233
1.3.2. Obligaciones generales 237
1.3.3. De cooperación entre empresas que coinciden en una obra 241
1.3.4. Servicios de prevención 246
1.3.5. Servicios de salud y primeros auxilios 247
1.3.6. Detección y evaluación de los riesgos higiénicos. Mediciones higiénicas 251

1.4. Comité, comisión y delegados de seguridad y salud 252
1.4.1. Comité de Seguridad y Salud 252

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.4.2. Delegados de seguridad y salud 253
1.4.3. Comisión de seguridad y salud 253
1.4.4. Coordinación de actividades empresariales 254
1.4.5. Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra 256

1.5. Plan de seguridad y salud. Libro de incidencias y de subcontratación 257
1.5.1. Plan de Seguridad y Salud 257
1.5.2. Libro de incidencias 258
1.5.3. Libro de subcontratación 258

1.6. Reuniones de seguridad salud en obra 260

1.7. Partes de deficiencia y accidentes. Actuación en caso de accidente laboral 260

1.8. Índices estadísticos de accidentes y enfermedades 261
1.8.1. Índices estadísticos 263

1.9. Formación e información sobre seguridad y salud de los trabajadores 268
1.9.1. Formación y capacitación mínima de los trabajadores con riesgo eléctrico. 271

1.10. Seguros 272

2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN 273

2.1. Equipos de protección colectiva 274
2.1.1. Condiciones generales 274
2.1.2. Características fundamentales 282
2.1.3. Vallas autónomas de limitación y protección 282
2.1.4. Topes de desplazamiento de vehículos 282
2.1.5. Redes soportes y anclajes 282
2.1.6. Líneas de vida 282
2.1.7. Interruptores diferenciales y tomas de tierra 286
2.1.8. Barandillas 287
2.1.9. Malla tupida 287
2.1.10. Cinta de balizamiento 287
2.1.11. Malla plástico tipo stopper 287
2.1.12. Cubiertas 288
2.1.13. Señales de circulación y balizamiento 288
2.1.14. Señales de seguridad 288
2.1.15. Escalera de mano 288
2.1.16. Plataforma de trabajo 288
2.1.17. Extintores 288
2.1.18. Cables 289
2.1.19. Ganchos 289
2.1.20. Riego 289
2.1.21. Medios auxiliares de topografía 289
2.1.22. Pasarelas sobre zanjas. 289
2.1.23. Maquinaria y medios auxiliares. 289

2.2. Equipos de protección individual 290

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.2.1. Disposiciones generales 290
2.2.2. Elementos de protección personal más usuales 291
2.2.3. Normativa general sobre los equipos de protección personal 293
2.2.4. Protección de cara y ojos 295
2.2.5. Protección de oídos. 296
2.2.6. Protección de piernas y pies. 296
2.2.7. Protección de brazos y manos. 296
2.2.8. Protección del aparato respiratorio. 297
2.2.9. Arnes anticaídas. 297
2.2.10. Cinturones antivibratorios. 297
2.2.11. Protecciones diversas. 298

3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS UTILIZADOS EN LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS 298

3.1. Extintores de incendios 299
3.1.1. Mantenimiento de los extintores de incendio 299
3.1.2. Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios 299

4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES 300

4.1. Disposiciones generales 300

4.2. Maquinaria y medios auxiliares más usuales 302
4.2.1. Condiciones a cumplir las cimbras convencionales y autoportantes 303

4.3. Normas y condiciones técnicas a cumplir por las máquinas y equipos 306
4.3.1. Disposiciones generales 306
4.3.2. Condiciones previas de selección y utilización 306
4.3.3. Señalizaciones 307
4.3.4. Medidas de protección 307
4.3.5. Información e instrucciones 307
4.3.6. Condiciones necesarias para su utilización 309
4.3.7. Mantenimiento y conservación 311

4.4. Andamios tubulares metálicos 311

4.5. Interruptores diferenciales y tomas de tierra 312

5. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES PROVISIONALES 312

5.1. Seguridad en los lugares de trabajo 312
5.1.1. Disposiciones de carácter general 312
5.1.2. Medios de acceso y salida 313
5.1.3. Orden y limpieza 314
5.1.4. Precaución contra la caída de materiales y personas y los riesgos de derrumbamiento 314
5.1.5. Prevención de acceso no autorizado 315
5.1.6. Prevención y lucha contra incendios 315
5.1.7. Alumbrado 317
5.1.8. Trabajos a gran altura 317

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.2. Instalaciones para suministros provisionales de obra 318
5.2.1. Generalidades 318
5.2.2. Instalaciones eléctricas 318
5.2.3. Instalación de agua potable 324

6. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS SANITARIOS COMUNES 325

6.1. Instalaciones de higiene y bienestar 325
6.1.1. Instalación de alumbrado 325
6.1.2. Locales 326
6.1.3. Instalaciones interiores 326
6.1.4. Sobre el local de primeros auxilios 326
6.1.5. Obligaciones en materia de vestuario 327
6.1.6. Obligaciones en materia de aseos y servicios higiénicos 327
6.1.7. Obligaciones en materia de comedores 328
6.1.8. Obligaciones sobre suministro de agua potable 328
6.1.9. Obligaciones en materia de locales de descanso y alojamiento 329

7. PRESCIPCIONES Y MANDATOS DE LA OBRA 329

7.1. Reglas de H&D específicas para contratas y subcontratas. Lineas rojas de seguridad 330

7.2. Definición líneas rojas de seguridad 331

7.3. Las siguientes acciones se consideran críticas para la seguridad y serán objeto de tolerancia cero 331

7.4. En general 332

7.5. Orden y limpieza 333

7.6. Protecciones personales 334
7.6.1. Control de entrega de los equipos de protección individual 334

8. NORMAS DE PREVENCIÓN 335

8.1. Movimiento de tierras 335
8.1.1. Desbroce y explanación 335
8.1.2. . Excavaciones 336
8.1.3. Vaciados 338
8.1.4. Excavación en zanjas 339
8.1.5. Excavación con procedimientos neumáticos 340

8.2. Hormigones 341
8.2.1. Encofrado y desencofrado de muros 341
8.2.2. Ferrallado 341
8.2.3. Vertidos de hormigón 342
8.2.4. Hormigonado de cimientos 344
8.2.5. Hormigonado de muros 344

8.3. Muros 345
8.3.1. Muros de hormigón armado in situ 345

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.3.2. Muros prefabricados 346

8.4. Trabajos de soldadura 346
8.4.1. Botellas de gases 346
8.4.2. Manoreductores 347
8.4.3. Mangueras 347
8.4.4. Sopletes 347
8.4.5. Medidas preventivas relativas a los sopletes 348
8.4.6. Medidas preventivas relativas a las mangueras 349
8.4.7. Consideraciones previas 349
8.4.8. Elementos que componen el equipo 350
8.4.9. Cable de alimentación 350
8.4.10. Generador o grupo de soldadura 350
8.4.11. Cables de pinza y masa 351
8.4.12. Pinza portaelectrodos 351
8.4.13. Electrodos 351

8.5. Instalaciones eléctricas 352
8.5.1. Instalación eléctrica provisional de obra 352
8.5.2. Puesta a tierra de las masas 357
8.5.3. Otras medidas de protección 357
8.5.4. Eléctrica 358
8.5.5. Trabajos en profundidad de líneas eléctricas 359
8.5.6. Construcción del apantallado de seguridad 360
8.5.7. Puesta a tierra de líneas durante cortes 360

8.6. Recintos muy conductores 361

8.7. Útiles eléctricos de mano 361

8.8. Medios auxiliares 362
8.8.1. Andamios sobre borriquetas 362
8.8.2. Andamios metálicos tubulares 363
8.8.3. Andamios sobre ruedas 364
8.8.4. Escaleras de mano 365
8.8.5. Puntales metálicos 365

8.9. Maquinaria 366
8.9.1. Maquinaria auxiliar en general 366
8.9.2. Maquinaria de movimiento de tierras y excavaciones 368
8.9.3. Maquinaria de compactación 370
8.9.4. Hormigonera eléctrica 371
8.9.5. Camión hormigonera 372
8.9.6. Camión bomba de hormigón 373
8.9.7. Grúa autopropulsada 373
8.9.8. Compresor 375
8.9.9. Martillo neumático 375
8.9.10. Equipos de aglomerado 376
8.9.11. Soldadura 376

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.10. Demoliciones 378
8.10.1. Demolición de edificaciones 378
8.10.2. Desmontaje y retirada de placas de fibrocemento, aislantes, etc. 381

8.11. Materiales y productos 383
8.11.1. Cemento 383
8.11.2. Cal 384
8.11.3. Aditivos químicos para hormigones 384
8.11.4. Desencofrantes 385
8.11.5. Yeso 386
8.11.6. Asbesto 387
8.11.7. Betunes 388
8.11.8. Lana de roca 388
8.11.9. Poliuretano 389
8.11.10. Maderas 390
8.11.11. Insecticidas y fungicidas 390
8.11.12. Combustibles 391
8.11.13. Gases combustibles 391

8.12. Servicios afectados 392

8.13. Sustancias peligrosas o nocivas 394

8.14. Atmósferas peligrosas 394

8.15. Extrés térmico, frio y humedad 395

8.16. Ruido y vibraciones 395

8.17. Otras disposiciones 395

9. MEDICIÓN Y ABONO 396

PRESUPUESTO 397

Capítulo I: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 398

Capítulo II-PROTECCIONES COLECTIVAS 401

Capítulo IV-MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 405

Capítulo V- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 406

RESUMEN PRESUPUESTO 407

PLANOS 408

1. SEÑALIZACIÓN 409

1.1. SEÑALES DE ADVERTENCIA 410

1.2. SEÑALES DE PROHIBICIÓN 411

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.3. SEÑALES DE OBLIGACIÓN 412
1.4. SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS 413
1.5. SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO 414
1.6. SEÑALIZACIÓN GESTUAL 415
1.7. ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO REFLECTANTE 416
1.8. SEÑALIZACIÓN DE OBRAS EN VÍA DE SOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN 417

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS 418
3. ZANJAS Y VACIADOS 419
4. PROTECCIÓN PERSONAL 420
5. PROTECCIÓN COLECTIVA 421
6. ESCALERA DE MANO 423
7. ELEVACIÓN Y TRANSPORTE MANUAL DE CARGA 424
8. EXTINCIÓN DE INCENDIOS 425
9. IZADO DE CARGAS 427
10. PLANO DE IZADO DE CARGAS 429
11. LOCALIZACIÓN DE LA OBRA 430

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

MEMORIA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con los artículos 4 y 6 del RD 1627 de 1997 se elabora este Estudio de Seguridad y Salud para la para el módulo de generación fotovoltaico AZAFRÁN II y su línea de evacuación, en el término municipal de Azuara en la provincia de Zaragoza.

Sus objetivos son fundamentalmente el prever los medios y regular las actuaciones que han de servir para reducir los riesgos causantes de accidentes, así como disminuir sus consecuencias cuando se produzcan. La puesta en práctica de lo indicado en este Estudio de Seguridad y Salud, y el seguimiento de las normas de prevención de accidentes, supone la integración de la seguridad en el proyecto de obra y en los programas de ejecución de trabajo.

En este estudio de Seguridad y Salud se contemplan todos aquellos aspectos generales que por su interés, destaquen sobre los demás, incidiendo especialmente en la creación de una organización de prevención sistemática que vaya detectando en cada momento los problemas existentes y funcione para resolverlos, a la vez que trate, por su propia concepción, de integrar la seguridad en el proyecto de obra y en los programas de trabajo.

Si fuera necesario realizar alguna modificación en los trabajos de ejecución de obra, con relación a las previsiones establecidas en un principio, dichas modificaciones serán estudiadas en sus aspectos de seguridad, tomando las medidas necesarias para que estas variaciones no generen riesgos imprevistos o incontrolados, reseñándolas en el libro de incidencias.

El resumen de los objetivos que pretende alcanzar este estudio de Seguridad y salud, es el siguiente:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad, a las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costos de las medidas de protección y prevención.
- Definir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la problemática de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan lo más posible estos riesgos.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

2.1.Descripción de la obra y situación.

El proyecto de construcción se concentra en la definición de las obras necesarias para la ejecución del Proyecto Constructivo “módulo de generación fotovoltaico AZAFRÁN II”.

La obra consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar la instalación del módulo de generación fotovoltaico AZAFRÁN II de 7.215,0 kWp.

La construcción y montaje comprende las siguientes actividades que se citan.

de acuerdo con la secuencia de ejecución:

- Apertura y construcción de los caminos de acceso al emplazamiento.
- Cimentación del parque fotovoltaico.
- Apertura de la zanja de cables y realización de arquetas.
- Tendido de cables de media tensión y fibra óptica y tapado de la zanja.
- Montaje del parque fotovoltaico (estructura y placas).
- Puesta en marcha.

Incluir imagen de la ubicación y accesos desde poblaciones cercanas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

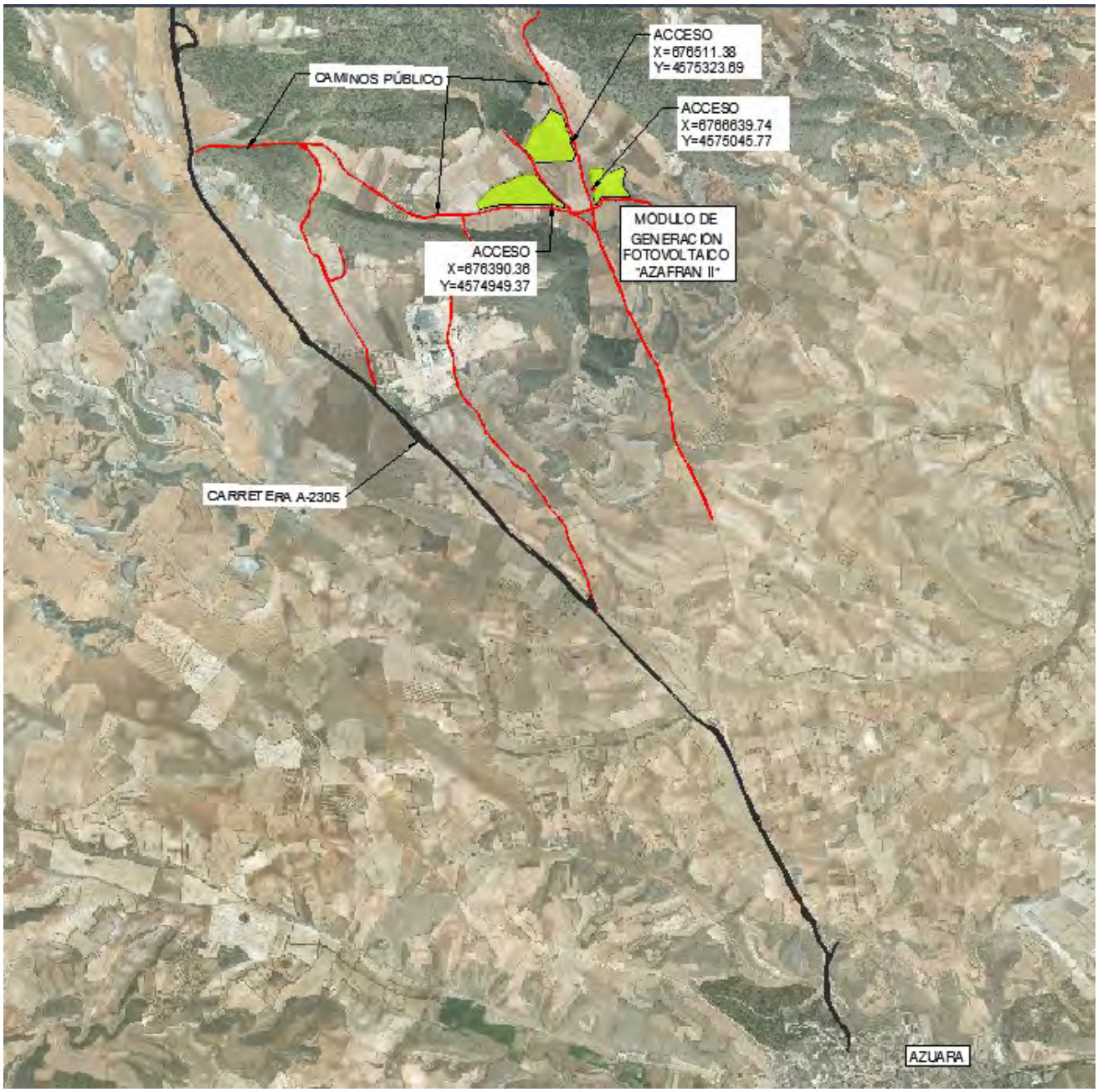


Ilustración 1: Ubicación y accesos

2.2.Denominación

Proyecto Constructivo: "MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO AZAFRÁN II".

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.3.Propiedad

- Titular: DEVELOPMENT ACTIVE STRUCTURE S.L.
- C.I.F.: B-88305057
- Domicilio social: Calle José Ortega y Gasset 20, 2º. 28006 – Madrid
- Domicilio a efecto de notificaciones: Calle Coso, 33, 6º. 50003 – Zaragoza

2.4.Autor del proyecto

Alejandro García Galiano

47305899-M

Colegiado nº 18.428

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

2.5.Autor del estudio de seguridad y salud

Alejandro García Galiano

47305899-M

Colegiado nº 18.428

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

2.6.Plazo de ejecución y mano de obra

- Plazo de ejecución: 5 meses.
- Se prevén 75 operarios máximo en los momentos de mayor intensidad de los trabajos.

2.7.Accesos

El acceso a la obra por parte de los transportes de material y maquinarias presenta las siguientes dificultades: no presenta dificultades.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El acceso a los tres recintos del módulo de generación fotovoltaico se podrá realizar mediante la carretera A-2305 entre los p.k. 3 y 4, y posteriormente a través de caminos públicos de tierra.

El edificio multiusos (oficinas, vestuarios y aseos) y el punto limpio se podrán ubicar en el interior del vallado del módulo de generación fotovoltaico.

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Al redactar este Estudio de Seguridad y Salud se ha tenido en cuenta el problema de definir los riesgos detectables analizando el proyecto y su construcción.

Se definen además los riesgos reales, que en su día presente la ejecución de la obra, en medio de todo un conjunto de circunstancias de difícil concreción, que en sí mismo, puede lograr desvirtuar el objetivo fundamental de este trabajo. Se pretende sobre el proyecto, crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes ni enfermedades profesionales. Se definirán las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra, y se confía poder evitar los incidentes sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra, al crear situaciones de parada o de estrés en las personas.

Por lo expuesto, es necesaria la concreción de los objetivos de este trabajo técnico, que se definen según los siguientes apartados:

- Conocer el proyecto a construir, la tecnología, los métodos de trabajo y la organización previstos para la realización de la obra así como el entorno, condiciones físicas y climatología del lugar donde se debe realizar dicha obra, con el fin de poder identificar y analizar los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo.

- Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica.

- Colaborar con el equipo redactor del proyecto para estudiar y adoptar soluciones técnicas y organizativas que eliminen o disminuyan los riesgos.

- Identificar los riesgos evitables proponiendo las medidas para conseguirlo, relacionar aquellos que no se puedan evitar especificando las medidas preventivas

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

y de protección adecuadas para controlarlos y reducirlos, así como, describir los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar.

- Diseñar y proponer las líneas preventivas a poner en práctica tras la toma de decisiones, como consecuencia de la tecnología que se va a utilizar; es decir: la protección colectiva, equipos de protección individual y normas de conducta segura, así como los servicios sanitarios y comunes a implantar y utilizar durante todo el proceso de esta construcción.

- Valorar adecuadamente los costes de la prevención e incluir los planos y gráficos necesarios para la adecuada comprensión de la prevención proyectada.

- Servir de base para la elaboración del Plan de Seguridad y Salud por parte del Contratista y formar parte, junto a éste y al plan de prevención del mismo, de las herramientas de planificación e implantación de la prevención en la obra.

- Divulgar la prevención proyectada para esta obra en concreto, a través del Plan de Seguridad y Salud que elabore el Contratista en su momento. basándose en el presente Estudio de Seguridad y Salud. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso de la construcción y se espera sea capaz por si misma, de animar a todos los que intervienen en la obra a ponerla en práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración inexcusable y la del Contratista, no sería productivo este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa Contratista, los subcontratistas, los trabajadores autónomos y los trabajadores que, en general, van a ejecutar la obra; debe llegar a todos ellos, mediante los mecanismos previstos en los textos y planos de este trabajo técnico, en aquellas partes que les afecten directamente y en su medida.

- Crear un ambiente de salud laboral en la obra, mediante el cual, la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.

- Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase la prevención prevista y se produzca el accidente, de tal forma, que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.

- Propiciar una línea formativa - informativa para prevenir los accidentes y por medio de ella, llegar a definir y aplicar en la obra los métodos correctos de trabajo.

- Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su valoración económica, a cada empresa o trabajadores autónomos que trabajen en la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Colaborar a que el proyecto prevea las instrucciones de uso y mantenimiento y las operaciones necesarias e incluir en este Estudio de Seguridad y Salud, las previsiones e informaciones útiles para efectuar en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, es decir: de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se realizará una vez conocidas las acciones necesarias para las operaciones de mantenimiento y conservación, tanto de la obra en sí como de sus instalaciones.

El autor del Estudio de Seguridad y Salud declara: que es su voluntad la de identificar los riesgos y evaluar la eficacia de las protecciones previstas sobre el proyecto y en su consecuencia, diseñar cuantos mecanismos preventivos se puedan idear a su buen saber y entender técnico, dentro de las posibilidades que el mercado de la construcción y los límites económicos permiten. Que se confía en que si surgiese alguna laguna preventiva, el Contratista, a la hora de elaborar el preceptivo Plan de Seguridad y Salud, será capaz de detectarla y presentarla para que se la analice en toda su importancia, dándole la mejor solución posible.

Además, se confía en que con los datos que ha aportado el promotor y proyectista sobre el perfil exigible al adjudicatario, el contenido de este Estudio de Seguridad y Salud sea lo más coherente con la tecnología utilizable por el futuro Contratista de la obra, con la intención de que el Plan de Seguridad y Salud que elabore, encaje técnica y económicamente, sin diferencias notables, con este trabajo.

Es obligación del Contratista disponer los recursos materiales, económicos, humanos y de formación necesarios para conseguir que el proceso de producción de construcción de esta obra sea seguro. Este Estudio ha de ser un elemento fundamental de ayuda al Contratista para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ello influir de manera decisiva en la consecución del objetivo principal en materia de seguridad y salud en la obra: lograr realizarla sin accidentes laborales ni enfermedades profesionales.

4. RIESGOS

4.1.Riesgos profesionales

Los riesgos profesionales quedan definidos en los siguientes apartados:

4.1.1. En Demoliciones

- Caídas a distinto nivel.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Caída de objetos por desplome o materiales sueltos.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes y choques con objetos inmóviles o móviles.
- Pisadas sobre objetos.
- Atrapamientos o aplastamientos.
- Aprisionamiento por máquinas y vehículos.
- Cortes, pinchazos, heridas producidas con las herramientas o con los materiales de la demolición.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos.
- Contactos eléctricos y electrocuciones.
- Contactos térmicos.
- Explosiones de gas e incendios.
- Ruido y vibraciones.
- Polvo.
- Falta de luz.
- Calor o frío.
- Radiaciones.
- Agentes químicos.
- Agentes biológicos.

4.1.2. En Ejecución de Movimiento de Tierras

- Caídas a distinto nivel.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Caída de objetos por desplome o materiales sueltos.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes y choques con objetos inmóviles o móviles.
- Pisadas sobre objetos.
- Atrapamientos o aplastamientos.
- Aprisionamiento por máquinas y vehículos.
- Cortes, pinchazos, heridas producidas con las herramientas o con los materiales de la demolición.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos.
- Contactos eléctricos y electrocuciones.
- Contactos térmicos.
- Explosiones de gas e incendios.
- Ruido y vibraciones.
- Polvo.
- Falta de luz.
- Calor o frío.
- Radiaciones.
- Agentes químicos.
- Agentes biológicos.

4.1.3. En Ejecución de Zanjas y Cimentaciones

- Vuelco de la máquina (terrenos irregulares, velocidad inadecuada).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Atrapamientos de personas.
- Ruido.
- Polvo ambiental.
- Estrés (por ruido, trabajos de larga duración, altas o bajas temperaturas).
- Caída de maquinaria al interior de la zanja.
- Caída accidental al interior de la zanja.
- Desprendimiento carga por rotura medios auxiliares.
- Desprendimiento carga por mal estrobado.
- Desprendimiento carga por mal funcionamiento maquinaria.
- Derrumbe taludes.
- Desprendimiento material del borde talud.
- Caída de pequeño material al ser golpeado.
- Caída de material sobre los operarios al descargar.

4.1.4. En Ejecución de Obras de Fábrica

- Golpes contra objetos.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Salpicaduras de hormigón en ojos.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Atropellos por maquinaria.
- Atrapamientos por maquinaria.
- Heridas por máquinas cortadoras.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Interferencias con líneas eléctricas.

4.1.5. En Señalización

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caída de objetos.
- Cortes y golpes.

4.1.6. Montaje Mecánico

- Caída de cargas suspendidas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Atrapamientos.
- Aplastamientos.
- Trauma sonoro.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Incendios y explosiones.
- Inhalación de sustancias toxicas.
- Alcances por maquinaria en movimiento.
- Golpes contra objetos y maquinaria.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Vuelco de maquinas.
- Animales y/o parásitos.
- Sobreesfuerzos.
- Accidentes debidos a condiciones climatológicas.
- Itinere.

4.1.7. Trabajos eléctricos

- Caída de objetos o cargas.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes contra objetos.
- Heridas punzantes y cortes en manos y pies.
- Golpes con maquinaria y herramientas.
- Daños debidos al ruido.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Daños en los ojos por arco eléctrico.
- Daños en las extremidades.
- Ser alcanzado por objetos, máquinas o vehículos.
- Quemaduras.
- Golpes y cortes en el manejo de objetos y herramientas.
- Incendios.
- Ambiente polvoriento.
- Contacto con elementos activos de la instalación.
- Contacto eléctrico indirecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Descargas electrostáticas.

4.1.8. Riesgos producidos por agentes atmosféricos

- Ambiente polvoriento.
- Falta de control de los elementos izados.
- Extres térmico y Golpe de calor.
- Hipotermia y Congelaciones.
- Acumulación de hielo y Caída de placas en altura.
- Falta de control en la conducción de vehículo.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Incendios.

4.1.9. Riesgos por incendio

- Gases.
- Falta de visibilidad.
- Quemaduras.

4.1.10. Riesgos de daños a terceros

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la instalación de la obra pueden venir producidos por la circulación de terceras personas ajenas a la misma una vez iniciados los trabajos o bien por mala señalización de las obras.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquélla donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando, y zona de peligro una franja de cinco (5) metros alrededor de la primera zona.

Se impedirá el acceso de terceros, ajenos a la obra. Si existiesen antiguos caminos se protegerán por medio de valla autónoma metálica, y el resto del límite de la zona de peligro, por medio de cinta de balizamiento reflectante.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los riesgos de daños a terceros, por tanto, pueden ser los que siguen:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos y materiales.
- Atropello.
- Derivados de los transportes de máquinas o productos.
- Máquinas, vehículos.
- por circulación de gente ajena a la obra.

5. CONDICIONES DEL ENTORNO Y DE LA OBRA.

5.1. Interferencias con servicios afectados

En el recinto de la obra pueden existir conducciones de agua, líneas eléctricas aéreas y/o enterradas, drenajes, saneamientos, conducciones de gas, etc.

5.1.1. Conducciones de agua

Riesgos

Aparición de caudales importantes de agua por rotura de conducciones.

Riesgo eléctrico por contacto con bombas de achique, líneas alimentadoras de las mismas u otras instalaciones en caso de anegamiento por rotura de las conducciones.

Medidas de protección

Toda conducción de agua existente en el emplazamiento de la obra se identificará antes del comienzo de los trabajos, recabando la información precisa.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Caso que no pueda procederse a su desvío o supresión, aún interfiriendo la ejecución de la obra, se señalizará oportunamente su trazado, y en los trabajos de excavación o cualquier otra clase a efectuar en sus proximidades, se extremarán las medidas para evitar su rotura.

5.1.2. Líneas eléctricas enterradas y/o aéreas

Riesgos

Electrocución por contacto directo o indirecto.

Medidas de protección

Se fijará el trazado y profundidad por información recibida o haciendo catas con herramientas manuales, estudiando las interferencias respecto las distintas zonas de actividad.

Se solicitará a la Compañía Eléctrica el desvío, supresión o corte del servicio de la línea eléctrica, si interfiriese con la ejecución de las obras.

Caso que no sea posible el desvío o supresión se señalizará adecuadamente su traza y profundidad en las zonas que interfiriera con áreas de excavación u otros trabajos que pudieran afectar a la línea eléctrica.

En los trabajos que puedan causar riesgo de electrocución por contacto directo o indirecto con la línea eléctrica, se extremarán los medios para evitar riesgos de picado o rotura de línea.

5.1.3. Etiquetado de productos químicos

Actualmente, la reglamentación española, basada en la normativa comunitaria, obliga a los fabricantes o distribuidores de productos químicos peligrosos, ya sean sustancias o preparados, a suministrar al usuario profesional información sobre los riesgos que generan los productos. Esta información se suministra a través de:

- El etiquetado obligatorio de los envases de los productos químicos, incluyendo información sobre los riesgos y medidas de seguridad básicas a adoptar.
- Ficha de datos de seguridad de los productos químicos que el proveedor debe poner a disposición del usuario profesional.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Riesgos

EXPLOSIVOS: Pueden explosionar bajo el efecto de una llama, choques, chispas o fricción.

COMBURENTES: Aquellas sustancias o preparados que, en contacto con otros, particularmente los inflamables, originan una fuerte reacción exotérmica.

INFLAMABLES: Aquellas sustancias o preparados que, a temperatura ambiente, pueden originar emisiones de gases con capacidad de entrar en combustión ante una pequeña fuente de ignición (chispas, arcos eléctricos, etc.).

CORROSIVOS: En contacto con tejidos vivos pueden ejercer sobre ellos efectos destructivos.

IRRITANTES: Sustancias o preparados no corrosivos que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas, pueden provocar una reacción inflamatoria.

PELIGROSOS PARA EL MEDIO AMBIENTE: Aquellos que presentan un riesgo inmediato o diferido para el medio ambiente.

TÓXICOS: Aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden entrañar riesgos graves, agudos o crónicos para la salud, incluida la muerte.

NOCIVOS: Aquellos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden causar efectos dañinos para la salud.

Identificación de riesgos en el etiquetado

La etiqueta del envase original de un producto químico peligroso debe disponer de la siguiente información mínima:

- Datos sobre la denominación del producto y, si lo poseen, nº identificación y “etiqueta CEE”.
- Datos sobre el fabricante o proveedor.
- Pictogramas e indicaciones del peligro.
- Frases estandarizadas de los riesgos específicos del producto (frases H) y consejos de prudencia (frases P).

La etiqueta es un primer nivel de información, concisa pero clara, que nos aporta la información necesaria para planificar las acciones preventivas básicas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Ficha de datos de seguridad

La ficha de datos de seguridad es un segundo nivel de información, mucho más completo que la etiqueta. El responsable de la comercialización deberá facilitársela gratuitamente al usuario profesional en la primera entrega o cuando se produzcan revisiones. Las fichas de datos de seguridad deben tener los siguientes apartados:

- Identificación del producto y responsable de su comercialización.
- Composición/información sobre los componentes.
- Identificación de los peligros.
- Primeros auxilios.
- Medidas en la lucha contra incendios.
- Medidas frente a vertidos accidentales.
- Manipulación y almacenamiento.
- Controles de exposición/protección individual.
- Propiedades físicas y químicas.
- Estabilidad y reactividad.
- Informaciones toxicológicas.
- Informaciones ecológicas.
- Consideraciones relativas a la eliminación.
- Informaciones relativas al transporte.
- Información reglamentaria.
- Otras informaciones útiles.

Es recomendable disponer en el lugar de trabajo de todas las fichas de datos de seguridad de los productos utilizados, debiendo estar éstas a disposición de los trabajadores para que puedan consultarlas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.2.Organización de obra y acopio de materiales.

Según el art10.a) del RD 1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, referente a los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra, "El mantenimiento de la obra estará en buen estado de orden y limpieza".

Un buen estado de orden supone una organización y planificación de las actividades a ejecutar en la obra. Para ello debería tenerse en cuenta los medios y materiales a emplear, así como los productos necesarios para la ejecución de las actividades previstas. Esto implica:

- Clasificar los materiales y equipos a utilizar.
- Almacenar fuera del área de trabajo el material innecesario.

Un buen estado de limpieza conlleva el acopio, retirada y transporte del material sobrante. A este fin se recomienda la realización de limpiezas periódicas mediante medios mecánicos (si ello es factible), la acumulación del material de desecho en lugares adecuados y la eliminación del mismo lo antes posible. Todo ello aplicado a las distintas fases, tareas y operaciones.

Para elegir el emplazamiento de los puestos de trabajo se deberán tener en cuenta previamente las vías de circulación tanto para peatones, como para vehículos y maquinaria, de modo que se garantice el tránsito seguro a través de ellas. En caso necesario, dichas vías se delimitarán para facilitar la circulación por estas mediante la instalación de vallas, barreras de seguridad rígidas y portátiles, etc.

Del mismo modo se preverán los medios necesarios para el acceso desde las vías antes citadas a los puestos y áreas de trabajo, dotando de vehículos, instalando escalas, escaleras, rampas, pasarelas, plataformas, etc.

Durante la ejecución de la obra deberán mantenerse unas condiciones adecuadas de orden y limpieza con el fin de evitar los frecuentes accidentes que se producen en ausencia de aquellas.

Como normas generales de organización en obra y de acopio de los materiales se seguirán las siguientes:

- Las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra deberán estar libres de obstáculos.
- Se debe establecer y delimitar una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.,) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Siempre que existan interferencias entre los trabajos y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.
- En previsión de trabajos en horas nocturnas o con condiciones atmosféricas adversas, se establecerá un sistema de iluminación provisional de las zonas de trabajo y de paso.
- Todo el material, así como las herramientas que se tengan que utilizar, se encontrarán perfectamente almacenadas en lugares preestablecidos y confinadas en zonas destinadas para ese fin, bajo el control de persona/s responsable/s.
- Se comprobará diariamente que están bien colocadas, y sólidamente afianzadas todas las protecciones colectivas.

6. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

6.1.Protecciones individuales

Todo el material de protección al que se hace referencia estará homologado con la marca CE.

- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Guantes de protección mecánica.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de protección mecánica.
- Sistema de bloqueo de componentes eléctricos LOTO.
- Frontal luminoso.
- Protección auditiva.
- Pantalla facial de policarbonato.
- Gafas de protección química.
- Mascarilla de partículas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Mascarilla de vapores.
- Guantes dieléctricos (adecuados a la tensión del centro de transformación a manipular).
- Alfombrilla / Banqueta Aislante.
- Triángulo de rescate.
- Chaleco de alta visibilidad.

Además de las revisiones reglamentarias, cada usuario es responsable de revisar el correcto estado de sus EPIS antes de cada uso, prestando especial atención a equipos anticaídas y fechas de caducidad de los distintos elementos. Cualquier equipo que no esté en condiciones debe desecharse para su uso inmediatamente.

6.2.Protecciones colectivas

- Pórticos protectores para tendidos eléctricos aéreos y pasos inferiores.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Carteles informativos.
- Cintas de balizamiento.
- Balizas luminosas.
- Tapas para pequeños huecos y arquetas mientras no dispongan de una definitiva.
- Topes para desplazamiento de camiones.
- Redes.
- Soportes y anclajes de redes.
- Tubo de sujeción cinturón de seguridad.
- Anclajes para tubo.
- Barandillas, en andamios y zonas de trabajo con posibles caídas al vacío. (Obras de fábrica).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Extintores para almacenes, locales, zonas con combustibles, etc.
- Interruptores diferenciales en cuadros y máquinas eléctricas.
- Puestas a tierra en cuadros y máquinas eléctricas (excepto máquinas de doble aislamiento.
- Válvulas antirretroceso para equipos de soldadura oxiacetilénica.
- Transformadores de seguridad a 24 V para trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras y recintos cerrados (tanques).
- Riego de las zonas donde los trabajos generen polvo.
- Semáforo en puntos conflictivos.
- La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente.
- El Plan de seguridad y salud de la obra se incorporará el Plan de tráfico, basándose en el TRAFFIC MANAGEMENT PLAN (PLAN DE GESTIÓN DE TRÁFICO) del P.81.02 Gestión de la seguridad y salud en proyectos constructivos de la empresa FORESTALIA.
- Cuando para la ejecución del proyecto coexistan dos contratas principales o más, éstas deberán exponer sus Planes de Tráfico con el fin de unificar criterios y atender únicamente a una instrucción. Se generará un único documento entre las organizaciones participantes utilizando los criterios que sean más restrictivos en caso de duda y en el que se especifique quien se hace responsable del mantenimiento de viales y señalización de seguridad.
- La señalización cumplirá el apartado de PROTECCIONES COLECTIVAS DEL PLIEGO DE CONDICIONES de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Los principios básicos que debe cumplir la señalización en obra serán:
  - Claridad.
  - Sencillez.
  - Uniformidad.
  - Justificación y credibilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Actualización, acorde con la evolución de la obra.
- Supresión, una vez finalizada la afección.

- La señalización es una técnica preventiva para recordar y promover:
  - La prohibición de adoptar comportamientos inseguros susceptibles de provocar peligros.
  - La obligación de seguir un procedimiento y de los equipos de protección.
  - La presencia de un peligro, que puede exponer al operario a un riesgo.
  - Las indicaciones para casos de salvamento o de socorro.
  - Las informaciones de interés para la localización de componentes y equipos.
- Los criterios de instalación para implantar señalización son:
  - Instalación en lugares visibles.
  - Ubicación a la derecha del conductor, y antes de la zona afectada.
  - La señalización que entre en contradicción con la señalización de obra deberá ser retirada o tapada.

6.3.Recurso preventivo.

6.3.1. Designación recurso preventivo para fase de ejecución de obra

En base al cumplimiento de la normativa vigente en lo relativo a la designación y presencia de recurso preventivo en las obras de construcción (art. 32 bis Ley 31/1995, art. 22 bis RD 39/1997, RD 1627/1997 y RD 604/2006), se deberá tener en cuenta de manera muy especial lo siguiente:

Disposición adicional única. Presencia de recursos preventivos en obras de construcción (Añadido por RD 604/2006).

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este real decreto, con las siguientes especialidades:

1. El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.

2. Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

3. Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este real decreto.

Por tanto, con carácter previo al inicio de la ejecución de la obra, cada contratista deberá designar a una persona como Recurso Preventivo, que cumplirá con las funciones y obligaciones descritas en la legislación vigente.

6.3.2. Identificacion de recurso preventivo

Los recursos preventivos deben ser identificables por el resto de los trabajadores portando una identificación visual diferenciable, pudiendo ser un chaleco reflectante de color diferente al de la indumentaria de trabajo, casco de color diferente o sistema equivalente de igual visibilidad, en todo caso con rotulación de la función que ostenta.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

6.3.3. Presencia recursos preventivos

- **Actividades Generales:**

	RECURSO PREVENTIVO
Seguridad Vial y Transporte de Material	No
Trabajos con Cesta	Sí
Energización/Descargo Centro Transformador AEG	Sí
Trabajos Verticales	Sí
Uso Elevadores y Helpers	No
Plataformas Elevadoras Colgantes	Sí
Puesta en Marcha	Sí
Descarga, Acopio e Izado de Material	Sí
Operación Remota AEG	No
Operaciones con exposición a agentes químicos peligrosos	- Operaciones que impliquen la exposición a agentes químicos peligrosos que puedan representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades físico-químicas, químicas o toxicológicas. - En las operaciones en las que, dada la insuficiencia o ineficacia de las medidas de prevención y/o protección, no se garantice el control del riesgo higiénico y se pueda reducir o eliminar el riesgo mediante unas pautas de actuación prefijadas y/o con la utilización de unos equipos y condiciones de trabajo establecidas, no siendo admisibles desviaciones respecto a lo previsto, deberá asignarse la presencia de Recursos Preventivos durante el desarrollo de los trabajos

	RECURSO PREVENTIVO
Montaje de equipos de elevación de personas	- Montaje y manejo de plataformas elevadoras colgantes, plataformas elevadoras móviles sobre chasis y cestas acopladas a grúas: durante el montaje de estos equipos de trabajo, será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo. - Uso de plataformas elevadoras colgantes, plataformas elevadoras móviles sobre chasis y cestas acopladas a grúas: para la utilización de estos equipos de trabajo es necesaria la presencia de un recurso preventivo.
Trabajos con riesgo de caída en altura	- Trabajos con riesgo de caída de altura cuya protección del trabajador no pueda ser asegurada mediante protecciones colectivas, siendo necesaria la utilización de equipos de protección individual. No se entiende como tal, dados los elementos de protección colectiva de los que está provisto el aerogenerador: el ascenso/descenso por escalera de servicio del aerogenerador, el uso de polipasto, trabajos en plataformas intermedias de la torre y trabajos desde la escalera de servicio. **En aquellos trabajos con riesgo de caída de altura desde más de 6 metros, deberá asignarse la presencia de** Recursos Preventivos durante el desarrollo de los mismos. p.ej. salida al exterior de la góndola. - Trabajos verticales: técnicas para trabajar en altura que se basan en la utilización de cuerdas, anclajes y aparatos de progresión para acceder a objetos naturales, subsuelo, construcciones, junto con todos los accesorios incorporados a las mismas para la realización de algún tipo de trabajo. Para la realización de estos trabajos será necesaria la existencia de un Recurso Preventivo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Trabajos en caliente	- En las operaciones con generación de calor, producción de chispas, llamas o elevadas temperaturas en proximidad de fibra, será necesaria la existencia de un Recurso Preventivo. - En las operaciones con generación de calor, producción de chispas, llamas o elevadas temperaturas en proximidad de líquidos o gases inflamables, será necesaria la existencia de un Recurso Preventivo.
Operaciones con equipos de trabajo automotores	- Durante la realización de operaciones con equipos de trabajo automotores que impliquen ejecutar maniobras, especialmente de retroceso, en condiciones de visibilidad insuficiente, o cuando concurra en un espacio limitado la interacción de diversa maquinaria automotora con trabajadores a pie, será necesaria la existencia de un Recurso Preventivo y de un Coordinador de la Operación, conocedor de las señales de maniobra y que mantenga continua comunicación por walkie-talkies con los conductores de los vehículos. Dichas funciones podrán ser realizadas por la misma persona.
Operaciones con equipos de elevación de cargas	- Operaciones con grúas móviles autopropulsadas: durante la realización de operaciones en las cuales sea necesaria la utilización de equipo de elevación de cargas, será necesaria la presencia de un Jefe de Maniobra y de un Recurso Preventivo, que podrán ser la misma persona. - En las operaciones de elevación de cargas en las que dos o más equipos de trabajo deban elevar la carga simultáneamente será necesaria la presencia de un Jefe de Maniobra y de un Recurso Preventivo, que podrán ser la misma persona

Trabajos con Riesgo Eléctrico	- Trabajos de supresión o reposición de la tensión: para llevar a cabo la realización de estos trabajos será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo. - Realización de trabajos en tensión: ▪ BT: existencia de Recurso Preventivo ▪ AT: se efectuarán bajo la dirección y vigilancia de un Jefe de Trabajo, que será el Trabajador Cualificado que deberá asumir las funciones de Recurso Preventivo. Si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, será auxiliado por otros Trabajadores Cualificados.
Reposición de fusibles en tensión	- AT: se efectuarán bajo la dirección y vigilancia de un Jefe de Trabajo, que será el Trabajador Cualificado que deberá asumir las funciones de Recurso Preventivo.
Medición, ensayos y verificaciones	- AT: se efectuarán bajo la dirección y vigilancia de un Jefe de Trabajo, que será el Trabajador Cualificado que deberá asumir las funciones de Recurso Preventivo.
Maniobras locales	- AT: se efectuarán bajo la dirección y vigilancia de un Jefe de Trabajo, que será el Trabajador Cualificado que deberá asumir las funciones de Recurso Preventivo.
Preparación para trabajos en proximidad	- AT: se efectuarán bajo la dirección y vigilancia de un Jefe de Trabajo, que será el Trabajador Cualificado que deberá asumir las funciones de Recurso Preventivo.
Realización de trabajos en proximidad	- AT: se efectuarán bajo la dirección y vigilancia de un Jefe de Trabajo, que será el Trabajador Autorizado que deberá asumir las funciones de Recurso Preventivo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- **Montaje:**

		RECURSO PREVENTIVO
OBRA CIVIL	Trabajos de obra civil	Sí
MONTAJE MECANICO	Recepción, Descarga y Montaje Virola Cimentación	Sí
	Descarga, Acopio y Montaje Tramo Inferior	Sí
	Descarga, Acopio y Montaje Tramo Intermedio	Sí
	Descarga, Acopio y Montaje Tramo superior	Sí
	Descarga, Recepción y Montaje Góndola	Sí
	Descarga, Acopio y Montaje Rotor	Sí
MONTAJE ELECTRICO	Montaje Eléctrico	Sí
MONTAJES AUXILIARES	Montaje Líneas de Vida	Sí
	Montaje Elevadores	Sí
	Desmontaje de Jaulas	Sí
SUPERVISION / INSPECCIÓN	Montaje Mecánico	Sí
	Montaje Eléctrico	Sí
	Puesta en Marcha	Sí
OTROS	Trabajos en Espacios Confinados*	Sí

* Nota: entendiendo como tal cualquier operación llevada a cabo en el interior de las palas de los aerogeneradores; o en la que haya que introducirse en el interior de arquetas con ventilación natural desfavorable, en las que puedan acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o que presenten una atmósfera deficiente en oxígeno

6.3.4. PRESENCIA OBLIGATORIA EN OBRA DE MAS DE UN TRABAJADOR:

Debido a la situación aislada de los trabajos a realizar y para asegurar una rápida actuación en caso de emergencia o situación de enfermedad de cualquier trabajador, será obligatoria la presencia en obra siempre de un mínimo en total de XXXX trabajadores

7. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Situaciones:

- Debidos a la entrada de personas ajenas a la obra, entrada accidental a la obra por despistes o por desconocimiento.
- Accesos desde la vía principal.

Riesgos específicos:

- Atropellos por vehículos y/o maquinaria.
- Accidentes por colisión de vehículos de terceros.
- Golpes y/o atrapamientos por caída y/o desprendimiento de objetos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Caídas a distinto nivel.

Medidas preventivas de aplicación:

- Delimitación y restricción del acceso a la zona de los trabajos mediante señalización adecuada.
- Correcta señalización en accesos desde la vía principal y proximidades.
- Carteles de señalización clara y perfectamente visible de prohibición de entrada de personal ajeno a la obra.
- Balizamiento permanente de todos los huecos abiertos.
- Acopio correcto de todo el material de trabajo evitando que pueda desviarse de la obra.
- Adecuada ubicación y posicionamiento de materiales de obra.
- Protección para evitar el riesgo de caída en la cámara de carga.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Los viales afectados por la entrada o salida de vehículos procedentes de las obras serán obligatoriamente señalizados con señales de “riesgo indefinido” acompañadas de paneles con la inscripción “salida de camiones”. Las salidas a los viales contarán con señales de “stop” y si es necesario se ayudarán las maniobras con señalistas.

Se eliminará de inmediato el barro, escombros, etc. que pudieran caer a vías públicas para evitar derrapajes y resbalones.

Se señalará la existencia de zanjas abiertas para impedir el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra y se vallará toda la zona peligrosa, debiendo establecerse la vigilancia necesaria, en especial por la noche, para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

Se asegurará el mantenimiento de tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras, con la señalización necesaria y de acuerdo con las vigentes normas.

Toda la señalización será ratificada por el Ingeniero Director de la Obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE LAS OBRAS

8.1.Suministro y cuadros de distribución

El suministro de energía eléctrica de las obras se podrá realizar a través de grupos generadores de corriente o por enganche directo de las líneas de la compañía suministradora en el ámbito de la zona donde se vayan a desarrollar los trabajos.

Los cuadros de distribución irán provistos de protección magnetotérmica y de relé diferencial con base de enchufe y clavija de conexión. Serán de chapa metálica, estancos a la proyección de agua y polvo y cerrados mediante puerta con llave, se mantendrán sobre pies derechos o eventualmente colgados de muros o tabiques, pero siempre con suficiente estabilidad y sólo serán manipulados por el personal especializado.

Las envolventes, aparamenta, las tomas de corriente y los elementos de la instalación que estén a la intemperie deberán tener como mínimo un grado de protección IP45 según la norma UNE 20.324. Este grado está simbolizado por dos gotas de agua cada una de ellas dentro de un triangulo

Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidos por dispositivos diferenciales de 30 mA de sensibilidad. Existen otras opciones de protección menos habituales como la alimentación a muy baja tensión de seguridad MBTS o utilización de transformador de separación de circuitos.

La alimentación de los aparatos de utilización debe realizarse a partir de cuadros de distribución en los que se integren:

- Dispositivos de protección contra las sobreintensidades.
- Dispositivos de protección contra los contactos indirectos.
- Bases de toma de corriente.

Cumplimiento del Reglamento de Baja Tensión y fundamentalmente su ITC-BT-33 para instalaciones provisionales y temporales de obras.

En caso de requerir la instalación de Grupos Electrógenos (GE), se tendrá en cuenta la potencia de los mismos.

Para grupos de menos de 10 kW, se contará en la instalación con la declaración de conformidad del equipo y el manual de uso y mantenimiento del mismo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En caso de requerir la instalación de GE de más de 10 kW, deberá remitirse, antes del inicio de los trabajos, la siguiente documentación:

- Declaración de conformidad (CE) del GE.
- Manual de uso y mantenimiento del equipo.
- Certificado de instalación eléctrica de BT, emitida por instalador autorizado en BT.

8.2.Enlaces entre los cuadros y máquinas

Los enlaces se harán con conductores cuyas dimensiones estén determinadas por el valor de la corriente que deben conducir.

Debido a las condiciones meteorológicas desfavorables de una obra, se aconseja que los conductores lleven aislantes de neopreno por las ventajas que representan en sus cualidades mecánicas y eléctricas sobre los tradicionales con aislamiento de PVC.

Un cable deteriorado no debe forrarse con esparadrapo, cinta aislante ni plástico, sino con la autovulcanizante, cuyo poder de aislamiento es muy superior a las anteriores.

Todos los enlaces se harán mediante manguera de 3 o 4 conductores con toma de corriente en sus extremos con enclavamiento del tipo 2P+T o bien 3P+T, quedando así aseguradas las tomas de tierra y los enlaces equipotenciales.

Toda maquinaria conexionada a un cuadro principal o auxiliar dispondrá de manguera con hilo de tierra.

8.3.Sistemas de protección

8.3.1.Protección contra contactos directos

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, para evitar un contacto fortuito con las manos o por manipulación de objetos.
- Interposición de obstáculos que impidan el contacto accidental.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de aislamiento apropiado que conserve sus propiedades con el paso del tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 m.A.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.3.2. Protección contra contactos indirectos

Se tendrá en cuenta:

- Instalaciones con tensión hasta 250 V. con relación a la tierra.
- Con tensiones hasta 50 V. en medios secos y no conductores, o 24 V. en medios húmedos o mojados, no será necesario sistema de protección alguna.
- Con tensiones superiores a 50 V., sí será necesario sistema de protección.
- Instalaciones con tensiones superiores a 250 V. con relación a la tierra.
- En todos los casos será necesario sistemas de protección, cualquiera que sea el medio o naturaleza.

8.3.3. Puesta a tierra de las masas

La puesta a tierra se define como toda ligazón metálica directa, sin fusible ni dispositivo de corte alguno, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no haya diferencia de potencial peligrosa y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.

En cada caso se calculará la resistencia apropiada, que según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión no excederá de 20 ohmios.

Según las características del terreno se usará el electrodo apropiado de los tres tipos sancionados por la práctica.

Se mantendrá una vigilancia y comprobación constantes de las puestas a tierra.

8.3.4. Otras medidas de protección

- Se extremarán las medidas de seguridad en los emplazamientos cuya humedad relativa alcance o supere el 70% y en locales mojados o con ambientes corrosivos.
- Todo conmutador, seccionador, interruptor, etc., deberá estar protegido mediante carcasas, cajas metálicas, etc.
- Cuando se produzca un incendio en una instalación eléctrica, lo primero que deberá hacerse es dejarla sin tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- En caso de reparación de cualquier parte de la instalación, se colocará un cartel visible con la inscripción: "No meter tensión, personal trabajando".
- Siempre que sea posible, se enterrarán las líneas de conducción, protegiéndolas adecuadamente por medio de tubos que posean una resistencia, tanto eléctrica como mecánica, probada.

8.4.Útiles eléctricos de mano

Las condiciones de utilización de cada material, se ajustarán exactamente a lo indicado por el fabricante en la placa de característica, o en su defecto, a las indicaciones de tensión, intensidad, etc., que facilite el mismo, ya que la protección contra contactos indirectos puede no ser suficiente para cualquier tipo de condiciones ambientales, si no se utiliza el material dentro de los márgenes para los que ha sido proyectado.

Se verificará el aislamiento y protecciones que recubren los conductores.

Las tomas de corriente, prolongadores y conectores se dispondrán de tal forma que las piezas desnudas bajo tensión no sean nunca accesibles durante la utilización del aparato.

Solo se utilizarán lámparas portátiles manuales que estén en perfecto estado y hayan sido concebidas a este efecto, según normas del Reglamento Electrónico para Baja Tensión. El mango y el cesto protector de la lámpara serán de material aislante, y el cable flexible de alimentación garantizará el suficiente aislamiento contra contactos eléctricos.

Las herramientas eléctricas portátiles como esmeriladores, taladradoras, remachadoras, sierras, etc. llevarán un aislamiento de clase II.

Estas máquinas llevan en su placa de características dos cuadros concéntricos o inscritos uno en otro y no deben ser puestas a tierra.

8.5.Riesgos

Los riesgos a los que queda expuesto el trabajador en la operación de las instalaciones eléctricas provisionales son las características de los trabajos eléctricos:

- Contacto con elementos activos de la instalación.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Descargas electrostáticas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.6.Protecciones colectivas

- Vallas de limitación y protección.
- Carteles informativos.
- Interruptores diferenciales en cuadros y máquinas eléctricas.
- Puestas a tierra en cuadros y máquinas eléctricas (excepto máquinas de doble aislamiento.
- Transformadores de seguridad a 24 V para trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras y recintos cerrados

8.7.Protecciones individuales

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes.
- Guantes dieléctricos.
- Botas dieléctricas.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo provincial.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Chalecos reflectantes.

9. FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Se indica brevemente las fases en que va a consistir la obra, serían:

1. Movimiento de tierras. Apertura y construcción de caminos de acceso al emplazamiento.

2. Ejecución de obra civil. Cimentaciones, zanjas eléctricas.

3. Montaje del parque fotovoltaico (estructura y placas fotovoltaicas).

4. Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

9.1.Obra civil.

Descripción:

- Movimiento de tierras. Apertura y construcción de viales de acceso a la ubicación.
- Explanación de la parcela para el parque fotovoltaico.
- Cimentaciones.
- Realización de zanjas. Apertura y cierre.
- Realización de arquetas.

9.1.1. Movimiento de tierras. Apertura y construcción de accesos a ubicación. Explanación de parcela.

Evaluación del riesgo.

Choque pala contra vehículos que circulan.

Choque maquinaria contra tendidos.

Choque maquinaria contra canalización de fuerza.

Atropello por circulación maquinaria interior obra.

Riesgo caída de operarios a distinto nivel.

Riesgo de caída a distinto nivel con la maquinaria por los taludes que se formen con las obras.

Medidas preventivas de aplicación

- Uso de sirena luminosa. Distancia de seguridad.
- No circulara a más de 20Km/h.
- Alarma de marcha atrás.
- Uso de chaleco reflectante por parte de los operarios.
- Balizamiento con red naranja o cintas rojas y blancas.
- No acercarse a la maquinaria en movimiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- No permitir que existan trabajadores en las inmediaciones de las zonas de trabajo de las distintas máquinas.
- No permitir que trabajadores que no tengan carné de conducir utilicen las distintas máquinas utilizadas en la obra (dumper, carretilla elevadora, etc.) para mover o transportar los distintos materiales (encofrados, hormigón u otros materiales).
- Revisar las distintas máquinas que están en obra y comprobar que tienen todos los dispositivos ópticos y acústicos para que el conductor avise a los trabajadores que están en la obra.
- Antes de iniciar cada jornada se deberán probar y verificar el perfecto funcionamiento de los dispositivos de seguridad de las grúas y máquinas de transporte y elevación de cargas.
- Comprobar que las mangueras utilizadas no tienen empalmes con cinta aislante o mal realizados, en caso de que sea así sustituir los empalmes por regletas adecuadamente aisladas.
- Cuando las máquinas tengan que trabajar en zonas con pendiente, deben trabajar colocadas en el sentido de la pendiente y no perpendiculares a la misma.
- La maquinaria permanecerá alejada del borde de las excavaciones al menos metro y medio.
- Los taludes de la excavación deben ser estables (1/1 para realizar la cimentación).
- Prohibido permanecer en el interior de la excavación mientras haya maquinaria trabajando en ella.
- Quedan prohibidos los trabajos simultáneos a distinto nivel.
- Mantener distancias de seguridad entre los vehículos presentes en la obra.
- Tener en cuenta la profundidad y sección de los pozos de zapatas e instalaciones y de las zanjas, ya que puede ser necesario apuntalarlos para evitar posibles derrumbes de las mismas.
- En caso de que el gruísta, desde su posición no sea capaz de ver toda la maniobra y recorrido de la carga desde el atado hasta que se deja en el lugar definitivo, un señalista le dirigirá y informará de las zonas hacia las que debe mover la carga.
- En caso de vientos superiores a 50 Km/h se paralizarán los trabajos de transporte de materiales con la grúa.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Retirar los restos de materiales y objetos utilizados en la obra, intentando mantener cada zona de trabajo, limpia y sin materiales y objetos en los que se pueda tropezar, retirando los clavos de las tablas utilizadas para evitar posibles pinchazos.
- Se apilarán los distintos materiales lejos de los bordes de la excavación, dejando distancia suficiente para circular por el borde de la excavación con seguridad.
- Para los vehículos que vierten material se establecerá una distancia mínima de metro o metro y medio (como norma general) y se colocaran fuertes topes para evitar la caída de los vehículos.
- Colocar señalización vial de acceso que indique el peligro entrada de vehículos pesados.
- Señalización vial en los viales de accesos a las zonas en obras de "señal peligro obras".

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Chaleco reflectante.
- Casco de seguridad cuando se trabaje alado de las maquinas en zanjas y pozos.

Protecciones colectivas / ubicación

- Señalización de obra.
- Señal luminosa y acústica marcha atrás.

Maquinaria de obra.

- Señal maquinaria pesada trabajando.
- Entrada a la obra.
- Balizamiento red naranja o cinta.

Borde taludes

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

9.1.2. Excavación, armado y hormigonado de cimentaciones de soporte del parque fotovoltaico.

Descripción:

Hormigón de limpieza.

Aplicación de hormigón de limpieza en cimientos.

Zapatas.

Hormigón armado en zapatas.

Evaluación del riesgo

- Caída de materiales a los pies.
- Caída de material a la cabeza.
- Corte en manos por materiales punzantes o cortantes.
- Atropello por circulación dumper interior obra.
- Caída de cargas desde grúa del camión.
- Riesgo de corte con sierras de corte material.
- Riesgo de heridas punzantes producidas por clavos.

Medidas preventivas de aplicación

- Mantener todos los bordes protegidos para evitar la caída de los operarios.
- No circular a más de 20 Km/h. Empleo sirena luminosa y alarma de marcha atrás. No hacer movimientos bruscos.
- Buen estrobado de la carga.
- Buen estado de las eslingas y medios auxiliares, buen estado de la grúa del camión.
- Buen posicionamiento del camión de transporte.
- Mantener la limpieza de la obra y doblar las puntas al desencofrar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Utilizar guantes de seguridad para la manipulación de la ferralla.
- Proteger ferralla mediante setas para evitar punzonamientos al caer sobre la misma.
- Utilizar gafas de protección en las operaciones de corte de la ferralla.
- Tener en cuenta la profundidad y sección de los pozos de zapatas e instalaciones y de las zanjas, ya que puede ser necesario apuntalarlos para evitar posibles derrumbes de las mismas.
- Para los vehículos que vierten el hormigón se establecerá una distancia mínima de 2 metros (como norma general) fuertes topes al final del recorrido.
- Siempre que sea posible el vibrado se efectuara estacionándose el operario fuera de la zapata, estudiar posibilidad de caídas antes de decidir la forma de vibrado.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Gafas antichoque.
- Guantes impermeables.
- Casco de seguridad.

9.1.3. Micropilotaje cimentación estructura parque fotovoltaico.

Riesgos específicos:

- Vuelco de la máquina (terrenos irregulares, velocidad inadecuada).
- Atrapamientos de personas.
- Atropellos con vehículos.
- Caída a distinto nivel.
- Ruido.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Vibraciones.
- Golpes con el trepano.
- Polvo ambiental.
- Estrés (por ruido, trabajos de larga duración, altas o bajas temperaturas).
- Quemaduras (tareas de mantenimiento).
- Atrapamientos (tareas de mantenimiento).
- Sobre esfuerzos (tareas de mantenimiento).

Medidas preventivas:

- Adopte las precauciones normales cuando mantenga la máquina y use las prendas de protección personal recomendadas.
- Las zonas de excavación se mantendrán limpias y ordenadas. Para ello, se utilizara en coordinación con la pilotadota, una pala cargadora que retire los productos procedentes de la excavación, para su transporte al vertedero.
- Mantener orden y limpieza en la obra. Retirar los restos de los terrenos desalojados y de materiales provenientes de la perforación e inyección.
- Mantener el contacto visual entre el maquinista y el ayudante. Prestar atención a la señalización luminosa y sonora de los vehículos. No pasar por detrás de las máquinas en movimiento. Utilizar ropa reflectante.
- La plataforma de trabajo debe tener las dimensiones necesarias para que la perforadora permanezca estable, segura y pueda trabajar nivelada.

Durante la perforación:

- No subir nunca a la máquina para la introducción de las varillas de perforación. Utilizar los medios auxiliares: escaleras o plataformas elevadoras.
- Subir y bajar de los equipos a través de los estribos incorporados y nunca con la maquina en funcionamiento.
- Perfecta coordinación entre el maquinista y los ayudantes para no realizar ningún movimiento con la máquina hasta que éstos lo indiquen. Alejarse de las varillas de perforación mientras giran. No situar las manos ni los pies dentro de la mordaza.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Evitar el manejo del varillaje de perforación con los dedos por dentro, sujetándolo por el exterior. No limpiar la tierra desalojada durante la perforación.

- Utilizar cuerdas de retenida colocada en los extremos de la varilla para su guiado. Nunca con las manos. La manipulación de las varillas se hará entre dos operarios.
- Utilizar cabos guías para direccionar las armaduras suspendidas. Usar guantes de seguridad. Permanecer alejados de las armaduras mientras giran.
- Durante la inyección, utilizar gafas de seguridad para evitar salpicaduras a los ojos. No quitar las protecciones de seguridad de la mezcladora. Utilizar mascarilla protectora y evitar cualquier contacto con la piel. No situarse nunca encima del obturador durante la inyección de lechada. No desmontar la manguera de inyección hasta comprobar la ausencia de presión, tratarlo siempre como si estuviera con presión.
- Durante el tesado, Efectuar el tesado por operarios cualificados y con experiencia. Apoyar el gato perpendicularmente y centrado sobre el anclaje. Colocar protecciones resistentes por detrás de los gatos. No pasar por detrás del gato durante el tesado. Proteger el sobrante de los cables con setas de plástico.
- Durante el destesado. Situarse siempre a un lado o por encima del anclaje. Realizar el destesado de modo lento, gradual y uniforme, sin sacudidas bruscas. Utilizar los EPI's necesarios. El corte nunca se realizará por debajo del anclaje para evitar que caiga sobre el soplete encendido. Mantener en buen estado el equipo de oxicorte. No encender nunca el soplete antes de estar colocado junto al anclaje que va a destesar.
- Se prohíbe transportar a personas sobre la maquina de excavación de pozos.
- Se prohíbe la permanencia de personas a menos de 5m. del radio de acción de la maquina.
- Las muelas del taladro se mantendrán en buen estado, sustituyendo los trépanos deteriorados por otros en buen estado.
- Las operaciones de mantenimiento se efectuaran con el trepano apoyado sobre el suelo.
- La guía para el centrado en el punto exacto para la excavación del pozo, se realizara por 2 hombres mediante sogas de gobierno, que permitirán el centrado del trepano sin tocarlo con las manos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- La operación de encamisado se realizar izando el tubo en posición vertical y guiándolo con cuerdas de gobierno por 2 operarios evitando tocarla directamente con las manos.
- El riesgo de caída de personas en el interior de los pozos, en el lapso de tiempo existente entre la apertura y el relleno con la ferralla y el hormigón, se evitara, cubriendo el hueco con un entablado.

Normas para los maquinistas

- Para subir y bajar de la máquina utilizar los peldaños de acceso.
- Suba y baje de la maquina de forma frontal, asiéndose con ambas manos.
- Para evitar lesiones, apoye en el suelo el trepano, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la maquina; a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.
- No efectúe trabajos de mantenimiento con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.
- No permitir acceder a la máquina a personal no autorizado.
- No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la pilotadota, pueden incendiarse.
- Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehiculo.
- No arrastre el trepano o las camisas. Ícelas y transpórtelas en vertical sin balancear.
- Evitar tocar el líquido anticorrosion sin protegerse con guantes y gafas antiproyecciones.
- no se admitirán pilotadotas que no vengan provistas de cabina antivuelco y antiimpactos de seguridad homologadas.
- Para manipular repostar etc. desconectar el motor.
- Tendrán un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardad para mantenerlo limpio.
- Dispondrán de un extintor de incendios de polvo químico seco.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Protecciones individuales:

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Gafas antiimpacto.
- Mascarilla.
- Protección auditiva.

9.1.4. Cimentación mediante tornilleria y placas al terreno.

Descripción del trabajo

Cimentación de estructura de paneles al terreno mediante tornillería y placas.

Evaluación del riesgo inicial.

Riesgos específicos

- Riesgo de caída a mismo nivel.
- Riesgo de caída de objetos a los pies.
- Corte por manejo de máquinas herramientas.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Ruidos excesivos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos con la energía eléctrica.

Medidas Preventivas

- Uso de protecciones individuales contra proyecciones en los ojos.
- Maquinaria eléctrica en buen estado y con las protecciones correspondientes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Elegir siempre la broca adecuada para el material a taladrar.
- No intente realizar taladros inclinados «a pulso», puede fracturarse la broca y producirle lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilando en rededor la broca, puede fracturarse y producirle serias lesiones. Si desea agrandar el agujero utilice brocas de mayor sección.
- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille. Ya puede seguir taladrando, evitará accidentes.
- No realizar trabajos de mantenimiento o reparación del taladro.
- No presione el aparato excesivamente. La broca puede romperse y causarle lesiones.

Equipos de protección individual

- Chaleco y ropa reflectante.
- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Protectores auditivos.
- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Protección colectiva.
- Señalización.

9.1.5. Apertura y cierre de zanjas.

Riesgos específicos:

- Vuelco de la máquina (terrenos irregulares, velocidad inadecuada).
- Atrapamientos de personas.
- Ruido.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Polvo ambiental.
- Estrés (por ruido, trabajos de larga duración, altas o bajas temperaturas).
- Caída de maquinaria al interior de la zanja.
- Caída accidental al interior de la zanja.
- Desprendimiento carga por rotura medios auxiliares.
- Desprendimiento carga por mal estrobado.
- Desprendimiento carga por mal funcionamiento maquinaria.
- Derrumbe taludes.
- Desprendimiento material del borde talud.
- Caída de pequeño material al ser golpeado.
- Caída de material sobre los operarios al descargar.

Medidas preventivas de aplicación:

- La maquinaria permanecerá alejada de los bordes de las zanjas al menos metro y medio.
- Se utilizarán aquellos medios auxiliares que estén en buen estado. Se harán revisiones al inicio de las obras y periódicas de los medios auxiliares para comprobar su buen estado.
- El estrobado de la carga será realizado por personal con los conocimientos necesarios o bajo personal cualificado. No sobrepasar la carga máxima. No cruzar los cables, eslingas.
- La tubería se colocará de forma que no obstaculice el paso.
- El transporte de tubería a hombro se realizará de forma segura: extremo anterior levantado.
- Se realizarán taludes de 1H:3V.
- Los taludes contarán con la inclinación adecuada o se entibarán si fuera necesario. No tendrán una anchura inferior a 80 cm. Ni una profundidad mayor de 1.3m sin entibar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- El material de acopio permanecerá al menos un metro alejado del borde de la zanja. Incluida la tierra de la excavación.
- Las zanjas se abrirán y se cubrirán conforme se vayan colocando los servicios, evitando mantener las zanjas abiertas durante largos periodos de tiempo.
- Las zanjas o pozos que permanezcan abiertos y no se esté trabajando en ese momento en ellos se balizarán o se cerrarán.
- Colocar accesos adecuados para los vecinos para acceder a las viviendas y comercios de la zona.
- Los operarios permanecerán alejados de la descarga del material al interior de la zanja. En especial del material de relleno como gravas. Al maquinista, si no ve directamente el interior de la zanja, será guiado por otro operario o no habrá nadie en la zanja. Evitar que la carga sobrevuele a personas.
- Prohibido permanecer en el interior de la excavación mientras haya maquinaria trabajando en ella.
- Quedan prohibidos los trabajos simultáneos a distinto nivel.
- Queda prohibido permanecer bajo cargas suspendidas.
- La carga deberá levantarse de forma lenta, y si después de izada, se comprueba que no esta correctamente situada, se desequilibra, o esta amarrada, se debe volver a bajar despacio.
- Evitar las arrancadas o detenciones bruscas.
- En caso de que llueva o se acumule agua en el fondo de la excavación, colocar bombas que saquen el agua y drenen las zanjas y pozos para evitar que se minen los taludes provocando desprendimientos del terreno.
- Se utilizara para el acceso a las zanjas, escaleras de mano con zapatas antideslizantes que sobresalgan en 1m la altura a salvar.
- Se dispondrán del número de escaleras suficiente para poder bajar a las zanjas.
- Los pozos y arquetas permanecerán siempre balizados o cerrados. Indicar los pozos resaltados para evitar accidentes.
- No permitir que existan trabajadores en las inmediaciones de las zonas de trabajo de las distintas máquinas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- No permitir que trabajadores que no tengan carné de conducir utilicen las distintas máquinas utilizadas en la obra (dumper, carretilla elevadora, etc.) para mover o transportar los distintos materiales (encofrados, hormigón u otros materiales).
- Revisar las distintas máquinas que están en obra y comprobar que tienen todos los dispositivos ópticos y acústicos para que el conductor avise a los trabajadores que están en la obra.
- Comprobar que las mangueras utilizadas no tienen empalmes con cinta aislante o mal realizados, en caso de que sea así sustituir los empalmes por regletas adecuadamente aisladas.
- Cuando las máquinas tengan que trabajar en zonas con pendiente, deben trabajar colocadas en el sentido de la pendiente y no perpendiculares a la misma.
- En caso de que el gruísta o maquinista, desde su posición no sea capaz de ver toda la maniobra y recorrido de la carga desde el momento de atado hasta que se deja en el lugar definitivo, un señalista le dirigirá y le informará las zonas hacia las que debe mover la carga.
- Realizar revisión periódica de los útiles y elementos utilizados para atar y mover los pozos, arquetas o tubería de saneamiento transportados (cables, cadenas, eslingas, etc.).
- Retirar los restos de materiales y objetos utilizados en la obra, intentando mantener cada zona de trabajo, limpia y sin materiales y objetos en los que se pueda tropezar, teniendo en cuenta que debe retirarse los clavos de las tablas utilizadas para evitar posibles pinchazos.
- Mantener los materiales perfectamente paletizados y ordenados hasta que se vayan a colocar en la obra y se soltarán sólo los palets de material que se vayan a colocar en el momento en la obra.
- Tener en cuenta la profundidad y sección de las pozos de zapatas e instalaciones y de las zanjas, ya que puede ser necesario apuntalarlos para evitar posibles derrumbes de las mismas.
- Colocar señalización vial de acceso que indique el peligro entrada de vehículos pesados.

Equipos de protección colectiva:

- Señal luminosa y acústica marcha atrás.
- Señal maquinaria pesada trabajando.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Balizamiento.
- Balizamiento pozos resaltados.

Equipos de protección individual específicos:

- Botas de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Chaleco reflectacte.
- Casco.

9.1.6. Obras de fábrica

Descripción:

- Ejecución de obras de fábrica.
- Arquetas prefabricadas.
- Colocación de elementos prefabricados.

Evaluación del riesgo

- Caída de materiales a los pies.
- Caída de material a la cabeza.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Atrapamientos o golpes.
- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado ó doblado.
- Atropello por circulación interior obra.
- Caída de cargas desde grúa del camión.
- Riesgo de corte con sierras de corte material.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Riesgo de heridas punzantes producidas por clavos.
- Cuerpos extraños, salpicaduras de hormigón en los ojos.
- Dermatosis por contacto con el hormigón.
- Lesiones osteoarticulares por manejo de vibradores.
- Lumbalgias por sobreesfuerzos.

Medidas preventivas de aplicación

- Apuntalamiento del encofrado para evitar derrumbamientos. Colocación de tableros de encofrado según necesidad.
- Al terminar de encofrar, revisar minuciosamente los acodalamientos, cierres...
- Asegurar correctamente cada pieza que se coloque en el encofrado.
- Al desencofrar procurar llevar el orden inverso al del encofrado.
- Cuando haya que manipular cargas elevadas, se utilizaran los equipos auxiliares adecuados y en buen estado.
- Mantener la limpieza de la obra y doblar las puntas al desencofrar.
- Acopiar elementos prefabricados convenientemente.
- Acopiar tableros convenientemente para evitar accidentes.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,50m.
- El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en el lugar determinado en los planos para su posterior carga y transporte.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2m (norma general) del borde de la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- La maniobra de vertido será dirigida por un Capataz que vigilará no se realicen maniobras inseguras.
- No circular a más de 20 Km/h. Empleo sirena luminosa y alarma de marcha atrás. No hacer movimientos bruscos.
- Buen estrobado de la carga. Buen estado de las eslingas y medios auxiliares, buen estado de la grúa del camión.
- Buen posicionamiento del camión de transporte.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Gafas antichoque.
- Casco de seguridad.

Protecciones colectivas / ubicación

- Limpieza zonas de trabajo y transito.

9.1.7. Vertido de hormigon - canaleta

Descripción:

- Vertido de hormigón por canaleta.

Evaluación del riesgo

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Atrapamientos o golpes.
- Atropello por camión hormigonera.
- Contactos eléctricos directos (líneas eléctricas, masas de máquinas…).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cortes o lesiones en las manos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Cuerpos extraños, salpicaduras de hormigón en los ojos.
- Dermatosis por contacto con el hormigón.
- Lesiones osteoarticulares por manejo de vibradores.
- Lumbalgias por sobreesfuerzos.

Medidas preventivas de aplicación

- Se instalaran fuertes topes al final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 m. (como norma general) del borde de la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- Se instalarán barandillas sólidas en el frente de la excavación protegiendo el tajo de guía de la canaleta.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a «puntos sólidos», en el que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad en los tajos con riesgo de caída desde altura.
- Se habilitarán «puntos de permanencia» seguros; intermedios, en aquellas situaciones de vertido a media ladera.
- La maniobra de vertido será dirigida por un Capataz que vigilará no se realicen maniobras inseguras.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Gafas antichoque.
- Anticaídas, (arneses y líneas de vida).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Casco de seguridad.

9.2.Montaje del parque fotovoltaico.

9.2.1. Montaje de estructura

Descripción:

- Montaje de estructura metálica de soporte.

Evaluación del riesgo

- Vuelco de las pilas de acopio de perfiles.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados.
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Vuelco de la estructura.
- Quemaduras.
- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Incendios.
- Intoxicación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Medidas preventivas de aplicación

- Empleo del equipamiento de soldadura. Como guantes, mandiles, protecciones faciales y oculares.
- Las herramientas eléctricas contarán con todas las protecciones, doble protección y marcado CE, los cables no estarán picados.
- No se expondrán las herramientas eléctricas a la lluvia o se utilizarán sobre charcos.
- Empleo de gafas de protección mecánica para el uso de esmeriles o rotaflex.
- Empleo de protectores auditivos cuando se generen ruidos excesivos.
- Empleo del casco de seguridad.
- Limpieza y orden en la obra.
- Izado de material debidamente atado y encintado.
- El material se almacenara de forma ordenada y en lugares que no entorpezcan los diferentes trabajos.
- Los perfiles serán manejados por dos operarios.
- Los trabajos de montaje de la estructura se realizaran como máximo a 3 metros del suelo. Se colocarán medios auxiliares adecuados para el montaje a 3 metros: posibilidad de uso de andamios, plataformas, borriquetas...
- Se deberá disponer de protector solar adecuado y de agua para evitar deshidrataciones en días calurosos. Se recomienda hacer pequeños descansos.Se utilizarán aquellos medios auxiliares que estén en buen estado.
- Se harán revisiones al inicio de las obras y periódicas de los medios auxiliares para comprobar su buen estado.
- Los operarios permanecerán alejados de la zona de trabajo de las distintas maquinas.
- Todas las operaciones en altura se realizaran desde andamios protegidas mediante barandillas.
- El estrobado de la carga será realizado por personal con los conocimientos necesarios o bajo la supervisión de personal cualificado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso de recoge pinzas.
- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos, de forma desordenada. Siempre que sea posible, se colgará de los 'pies derechos', pilares o paramentos verticales.
- Las botellas de gases en uso en la obra, permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.
- Las maquinas soldadoras se encontrarán en buen estado de uso y cumplirán con la normativa vigente.
- Los perfiles que se coloquen en su lugar deberán quedar amarrados adecuadamente.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Gafas antichoque.
- Guantes impermeables.
- Casco de seguridad.
- Mandil y guantes soldadura.
- Mascará soldadura.

Protecciones colectivas / ubicación

- Andamios protegidos.
- Trabajos en altura.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

9.2.2. Montaje de modulos

Descripción:

- Módulos prefabricados y Placas.

Evaluación del riesgo

- Atrapamientos y golpes durante maniobras de ubicación.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Corte o golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Sobreesfuerzos

Medidas preventivas

- Los módulos serán izados mediante medios mecánicos.
- Diariamente se realizará una inspección sobre el buen estado de los elementos de elevación (eslingas, balancines, pestillos de seguridad, etc.) haciendo anotación expresa en registro que estará a disposición en obra.
- Manejo de la maquinaria de izado por parte de operarios autorizados.
- Buen estado y revisiones de la grúa del camión de descarga.
- Uso de medios auxiliares en buen estado para realizar el estrobaje de las cargas.
- Si se trabaja a más de 2 metros de altura y no existen protecciones colectivas que eviten una posible caída el trabajador hará uso del arnés de seguridad con cabos de anclaje con absorbedor de energía y casco con barbuquejo. Permanecerá amarrado a un punto fijo y resistente en la vertical donde se encuentre y en un plano superior al de la cabeza.
- El prefabricado en suspensión se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres. Dos de ellos gobernarán la pieza mediante los cabos, mientras un tercero guiará la maniobra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Una vez presentado en el sitio de instalación el prefabricado, se procederá sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, el montaje definitivo. Tras la conclusión de éste, podrá desprenderse del gancho.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Se instalarán señales de "peligro, paso de cargas suspendidas" sobre pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.
- Los prefabricados se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares predeterminados.
- Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos fuertes.
- Las zonas permanecerán limpias de materiales o herramientas que puedan obstaculizar las maniobras de instalación.

Protecciones individuales

- Chaleco y ropa reflectante.
- Casco homologado.
- Arnés anticaídas y cabo de anclaje.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.

9.3.Montaje eléctrico

9.3.1. Interconexionado de módulos, cableados, cajas y bandejas.

- Trabajos eléctricos para realización de:
- Interconexión de módulos entre sí.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Tendido e instalación de cableado baja tensión.
- Cajas conexionado.
- Instalación de bandeja.
- Instalación de cableado de media tensión.

Evaluación del riesgo

- Riesgo de caída a distinto nivel.
- Riesgo de caída de objetos.

  Proyección de partículas a los ojos.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Riesgos de quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas de aplicación

- Para realizar trabajos eléctricos se debe seguir el R.D. 614/2001 y el REBT.
- Los trabajadores estarán debidamente formados y serán autorizados o cualificados para cada situación requerida (RD 614/01).
- Las conexiones se realizaran siempre sin tensión.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.
- Las operaciones que se realicen se harán teniendo en cuenta las 5 reglas de oro además de lo estipulado en la legislación vigente:

  1. Desconectar la instalación, corte visible.
  2. Enclavamiento, bloqueo y señalización de elementos de corte.
  3. Comprobación de ausencia de tensión.
  4. puesta a tierra y en cortocircuito.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5. Señalización de zona de trabajo

- La herramienta manual se revisará con periodicidad para evitar cortes y golpes en su uso y dispondrán de doble aislamiento de seguridad.
- Se emplearán guantes adecuados en la utilización de los comprobadores de ausencia de tensión.
- Si fuera preciso utilizar pértigas aislantes, se comprobará que la tensión de utilización de la pértiga, corresponde a la tensión de instalación.
- Si se trabaja a más de 2 metros de altura y no existen protecciones colectivas que eviten una posible caída el trabajador hará uso del arnés de seguridad con cabos de anclaje con absorbedor de energía y casco con barbuquejo. Permanecerá amarrado a un punto fijo y resistente en la vertical donde se encuentre y en un plano superior al de la cabeza.
- Las escaleras de mano simples no salvarán más de 5 metros. Para alturas superiores se utilizarán otros medios como plataformas de andamios o plataformas elevadoras móviles de personal.
- Las escaleras de tijera, estarán provistas de un dispositivo que limite su apertura, no debiendo ser usadas simultáneamente por dos trabajadores, ni transportando por ellas cargas superiores a 25 kg.
- La escalera de mano deberá sobrepasar, en lugares elevados, 1 metro del punto superior de apoyo, debiendo separarse su base, como mínimo 1/4 de la longitud de escalera.
- Las herramientas manuales serán las adecuadas a cada trabajo, con mango aislante, adecuada conservación y si no se cumple lo anterior la herramienta se retirará.
- Para evitar problemas de conexión accidental a red, instalar en último lugar el cableado que va de la red al cuadro general. Los mecanismos necesarios para esta operación estarán guardados en lugar seguro.
- La iluminación artificial se conseguirá con lámparas portátiles con portalámparas estanco y mango aislante y rejilla de protección y que funcionen con tensión de seguridad (24 voltios).
- Instalación de bandejas para cableados mediante herramientas manuales.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Protecciones individuales

- Botas aislantes de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Pantallas faciales anti- arcos eléctricos.
- Arnés anticaidas.
- Casco de seguridad.

9.3.2. Suministro e instalación de inversores.

Descripción del trabajo

- Suministro e instalación de inversores.

Evaluación del Riesgo

- Atrapamientos y golpes durante maniobras de ubicación.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Vuelco o desplome de contenedor.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Corte o golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas preventivas

- Los contenedores serán descargados por medios mecánicos: Camiones grúa, carretillas elevadoras.
- El manejo de los medios mecánicos será realizado por personal con formación y autorización específica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se prohíbe trepar por los contenedores sin la protección contra caídas de altura.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte.
- Se señalizarán adecuadamente las zonas de descargas. Los materiales se descargarán dentro de dichas zonas de trabajo.
- Medios auxiliares: Etiqueta, chapa u otro modo de marcado de la carga máxima.
- Buen estado de las eslingas, sin cortes, deshilachamientos o excesivo desgaste.
- Buen estado cadenas; eslabones sin dobleces, no abiertos.
- Las cadenas se engancharán de los extremos, nunca doblando la cadena.
- Todos los ganchos contarán con pestillos de seguridad.
- Las sirgas metálicas estarán en buen estado; sin dobleces, sin cocas, el deshilachamiento no será excesivo, la oxidación no será excesiva, los ojos de la sirga estarán protegidos.
- Se realizarán revisiones periódicas de los medios auxiliares.
- Se realizará planificación de descarga previa para definir medios a utilizar.
- Para realizar los enganches en altura se realizarán mediante medios auxiliares adecuados y protegidos contra la caída de alturas.
- Para realizar trabajos eléctricos se debe seguir los reglamentos específicos.
- Los trabajadores estarán debidamente formados y serán autorizados para cada situación requerida.
- Las conexiones se realizaran siempre sin tensión.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.
- Las operaciones que se hagan con tensión se harán teniendo en cuenta las 5 reglas de oro además de lo estipulado en la legislación vigente.
- La herramienta manual se revisará con periodicidad para evitar cortes y golpes en su uso y dispondrán de doble aislamiento de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se emplearán guantes adecuados en la utilización de los comprobadores de ausencia de tensión.
- Si fuera preciso utilizar pértigas aislantes, se comprobará que la tensión de utilización de la pértiga, corresponde a la tensión de instalación.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Casco de seguridad.
- Chaleco reflectante.

9.3.3. Descarga de transformador y cableado inversor al transformador.

Descripción de los trabajos

- Descarga de transformador y cableado inversor al transformador.

Riesgos

- Atrapamientos y golpes durante maniobras de ubicación.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Vuelco o desplome de piezas.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Corte o golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Sobreesfuerzos

Medidas preventivas

- Los materiales serán descargados por medios mecánicos: Camiones grúa, carretillas elevadoras…
- El manejo de los medios mecánicos será realizado por personal con formación y autorización específica.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se prohíbe trepar por las cargas o embalajes.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte.
- Se señalizarán adecuadamente las zonas de acopio de transformadores. Los materiales se descargarán dentro de dichas zonas de trabajo.
- Medios auxiliares: Etiqueta, chapa u otro modo de marcado de la carga máxima.
- Buen estado de las eslingas, sin cortes, deshilachamientos o excesivo desgaste.
- Buen estado cadenas; eslabones sin dobleces, no abiertos.
- Las cadenas se engancharán de los extremos, nunca doblando la cadena.
- Todos los ganchos contarán con pestillos de seguridad.
- Las sirgas metálicas estarán en buen estado; sin dobleces, sin cocas, el deshilachamiento no será excesivo, la oxidación no será excesiva, los ojos de la sirga estarán protegidos.
- Se realizarán revisiones periódicas de los medios auxiliares.
- Se realizará planificación de descarga e instalación previa para definir medios a utilizar y lugares de instalacion.
- Para realizar los enganches en altura se realizarán mediante medios auxiliares adecuados y protegidos contra la caída de alturas.

9.3.4. Unión de tierras.

Descripción de los trabajos

- Realización de unión de tierras mediante soldadura aluminotérmica.

Riesgos

- Caída de altura.
- Caída al mismo nivel.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Atrapamiento entre objetos.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Incendio.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.

Medidas preventivas

- Comprobar antes de iniciar los trabajos el correcto estado del talud: Aquellos elementos inestables (piedras, tierra,..) que pueden desprenderse deberán ser retirados de forma controlada para evitar la caída de los mismos durante el trabajo.
- Mantener un correcto estado de orden y limpieza en el tajo, evitando la acumulación de recortes de cables, materiales, herramientas.
- Está prohibido trepar o saltar desde alturas, se utilizarán los medios auxiliares necesarios.
- Para acceder al fondo de la excavación se usaran escaleras de mano de una achura mínima de 50 cm. y con pendiente no superior a ¼. Estas deberán prolongarse como mínimo 1 m de altura por encima del borde de la excavación.
- Extremar la precaución en el tránsito sobre la virola, para no tropezar en los pernos y pletinas que sobresalen. Mirar siempre en la dirección de la marcha.
- Los cables a soldar deberán estar perfectamente limpios y secos, libres de grasas, aceites, óxidos y humedades.
- El extremo de las picas o pletinas sobre las que se realiza la soldadura estará perfectamente limpio, seco y exento de deformaciones.
- Los cartuchos de carga para soldar se guardaran en lugar sitio seco y seguro de que no pueda producir accidentes. El lugar donde se guarden debe estar dotado de un extintor.
- Los cartuchos una vez usados se guardaran y se tiraran en un lugar que se ocupe de tales residuos.
- Se dispondrá de agente extintor en la zona de trabajo.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Protección ocular.
- Guantes protección mecánica.
- Casco de seguridad.
- Chaleco reflectante.

Protección colectiva

- Orden y limpieza.
- Señalización y protección de huecos.

9.3.5. Ensayos

Descripción de los trabajos

- Ensayos y verificaciones de megado y de paso y contacto.

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Quemaduras.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas preventivas

- Los ensayos sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados. En el caso de las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados, pudiendo ser auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.
- Se utilizaran equipos de protección individual eléctricos adecuados a las tensiones a las que estén expuestos los operarios.
- Mantener el orden y limpieza. No dejar materiales ni herramientas donde puedan obstaculizar el paso o crear algún contacto eléctrico.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
- Planificación previa de los trabajos a realizar con dirección de obra para su mejor coordinación y evitar trabajos concurrentes con estos ensayos.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad.
- Protección ocular.
- Guantes aislantes.
- Casco de seguridad.
- Chaleco reflectante.

Protección colectiva

- Orden y limpieza.
- Señalización y protección de huecos.

9.4.Puesta en marcha

Durante esta fase actuarán los operarios encargados de hacer la puesta en marcha del parque fotovoltaico.

Medios previstos para la ejecucion

- Herramientas manuales.

Riesgos

- Caída de objetos o cargas.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyección de partículas en los ojos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Daños en los ojos por arco eléctrico.
- Daños en las extremidades.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes contra objetos.
- Ser alcanzado por objetos, máquinas o vehículos.
- Quemaduras.
- Electrocuciones, contactos eléctricos directos o indirectos...
- Golpes y cortes en el manejo de objetos y herramientas.
- Incendios.
- Ambiente polvoriento.

Medidas preventivas

1. Se tomarán medidas contra los contactos eléctricos (ver punto siguiente: acabados y reparaciones en instalación eléctrica).

2. Mantener limpia y libre de obstáculos la zona de trabajo.

3. Identificación de la instalación en el esquema unifilar.

4. Mantener las distancias de seguridad.

5. Cortado con corte visible de todas las fuentes de tensión*.

6. Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte y señalización*.

7. Reconocimiento de la ausencia de tensión*.

8. Toma de tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión.

9. Organización esmerada de los trabajos. Comunicación mediante radio o walkie-talkie.

10. Los equipos, medios auxiliares y herramientas de mano: se utilizarán únicamente para el fin para el que han sido diseñados; se desecharán cuando se observen defectos que comprometan la seguridad; se mantendrán limpias y en buen estado; requerirán adiestramiento en el manejo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

11. Se prohibirá expresamente el conexionado de cables a los cuadros de suministro de la instalación provisional de obra, sin la utilización de clavijas estancas normalizadas.

12. La aparamenta eléctrica de la instalación provisional de obra, se protegerá bajo armarios o envolturas que serán de un grado de protección en función de las necesidades de su ubicación.

13. Todas las masas metálicas de la instalación (carcasas de los cuadros, bastidores metálicos de montaje de la aparamenta, etc.) estarán conectadas a tierra mediante puesta a tierra asociada a dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

14. Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

15. Antes de hacer entrar en carga la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros eléctricos generales.

16. Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real de la banqueta, pértiga de maniobra, extintores de polvo seco y botiquín, después se dará la orden de entrada en servicio de la instalación.

17. Dichos trabajos se planificarán previamente con dirección de obra.

Protecciones colectivas

- Orden y limpieza en zonas de trabajo.
- Señalización de puesta en tensión de la instalación.
- Adecuada iluminación en zonas de trabajo.
- Toma de tierra de masas asociada a dispositivos de corte por intensidad de defecto.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Calzado de seguridad.
- Banqueta de maniobra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Alfombra aislante.
- Guantes dieléctricos (1000v y 20.000V)
- Guantes contra riesgos mecánicos.
- Arnés de seguridad para trabajos en altura.
- Dispositivo anticaídas.
- Cabo corto.
- Cabo regulable.
- Pantalla facial.
- Protección auditiva.
- Comprobadores de tensión.

9.4.1. Acabados y reparaciones en instalación eléctrica

Para trabajos en la instalación con presencia de tensión se deberá seguir el Real Decreto 614/2001 sobre riesgo eléctrico.

Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración:

Podrán realizarse trabajos con la instalación en tensión, cuando:

a) Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.

b) Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.

c) Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

d) Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

Se procederá a la supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas conocidas como las cinco reglas de oro:

- Desconectar.
- Prevenir cualquier posible realimentación.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Desconectar

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

Verificar la ausencia de tensión

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

Poner a tierra y en cortocircuito

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

Proteger frente a los elementos próximos en tensión

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales. Se procederá a la reposición de la tensión.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

- La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
- La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
- El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
- El cierre de los circuitos para reponer la tensión.
- Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.
- Para la reposición de fusibles.
- No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

Todos los trabajos en tensión

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo. Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento;

los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.

Los trabajos en alta tensión.

1. El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

a) Las medidas de seguridad que deben adoptarse.

b) El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.

c) Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

3. La autorización tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecuan a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

La reposición de fusibles.

a) En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de fusibles la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo porta fusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquél ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.

b) En instalaciones de alta tensión, no será necesario cumplir lo dispuesto en la parte B de este anexo cuando la maniobra del dispositivo porta fusible se realice a distancia, utilizando pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomen medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

9.4.2. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones

Las maniobras locales y las mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizados por trabajadores autorizados. En el caso de las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados, pudiendo ser auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Entre los equipos y materiales de protección citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

9.4.3. Trabajos próximos a elementos en tensión

Riesgos especificos

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciones
- Incendios

Medidas Preventivas

Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.

Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.

Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.

Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.

Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc. en todos los conductores, incluido el neutro.

RIESGO ELÉCTRICO. ZONA DE PROXIMIDAD es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO



Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes), se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.

- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión, se indican en el siguiente cuadro. Queda terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar las distancias ahí reflejadas

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

DISTANCIAS LIMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO				
Un	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	300
132	180	110	330	300
220	260	160	410	300
380	390	250	540	300

Un: TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN (kV).
DPEL-1: DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PELIGRO CUANDO EXISTA RIESGO DE SOBRETENSIÓN POR RAYO (cm).
DPEL-2: DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PELIGRO CUANDO NO EXISTA RIESGO DE SOBRETENSIÓN POR RAYO (cm)
DPROX-1: DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PROXIMIDAD CUANDO RESULTE POSIBLE DELIMITAR CON PRESICIÓN LA ZONA DE TRABAJO Y CONTROLAR QUE ÉSTA NO SE SOBRE PASA DURANTE LA REALIZACIÓN DEL MISMO (cm).
DPROX-2: DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PROXIMIDAD CUANDO NO RESULTE POSIBLE DELIMITAR CON PRESICIÓN LA ZONA DE TRABAJO Y CONTROLAR QUE ÉSTA NO SE SOBRE PASA DURANTE LA REALIZACIÓN DEL MISMO (cm).

Protecciones individuales

Casco de seguridad con barbuquejo y protección frente al arco eléctrico.

Guantes de protección mecánica.

Guantes dieléctricos para alta y baja tensión.

Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.

Arnés anticaídas de seguridad.

Calzado de seguridad con puntera reforzada, suela antideslizante y aislante.

Prendas de alta visibilidad.

9.4.4. Trabajos en tensión

Descripción

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se define como: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión lasmaniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones.

Riesgos específicos

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Contactos eléctricos directos

Contactos eléctricos indirectos

Electrocuciones

Incendios

Medidas preventivas

Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.

La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.

Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.

Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.

Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.

Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.

Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.

Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.

Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.

Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.

Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.

Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.

Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.

Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.

Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.

Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

Equipos de protección

Casco de seguridad con barbuquejo y protección frente al arco eléctrico.

Guantes de protección mecánica.

Guantes dieléctricos para alta y baja tensión.

Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.

Arnés anticaídas de seguridad.

Calzado de seguridad con puntera reforzada, suela antideslizante y aislante.

Ropa ignifuga.

Prendas de alta visibilidad

10. MAQUINARIA

10.1. Bulldozer

Riesgos específicos.

Atropellos del personal de otros trabajos.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo et.

Medidas Preventivas

Utilizar bulldozer adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 metros del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a medio metro del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.2. Excavadora hidráulica de cadenas

Riesgos específicos.

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar excavadoras de cadenas adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Circular con la cuchara plegada. No usar la cuchara como andamio o plataforma de trabajo. No hacer pasar la cuchara o carga por encima de personas. No derribar elementos que estén situados por encima de la altura de la excavadora. Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a medio metro del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.3. Cuba de riego

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar cubas de riego adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

No usar la cuba de como andamio o plataforma de trabajo. La toma de fuerza debe ir protegida en su totalidad. Señalizar la operación de carga de agua cuando tiene lugar en zonas próximas a la circulación de otros vehículos.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.4. Excavadora hidráulica de cadenas

Evaluación del riesgo

Riesgos específicos.

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar excavadoras de cadenas adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Circular con la cuchara plegada. No usar la cuchara como andamio o plataforma de trabajo. No hacer pasar la cuchara o carga por encima de personas. No derribar elementos que estén situados por encima de la altura de la excavadora. Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a medio metro del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.5. Retroexcavadora

Evaluación del riesgo

Riesgos específicos.

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar retroexcavadoras adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Circular con la cuchara y la pala plegada. No usar la cuchara y la pala como andamio o plataforma de trabajo. No hacer pasar la cuchara y/o la pala por encima de personas. No derribar elementos que estén situados por encima de la altura de la retroexcavadora. Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a medio metro del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorvedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.6. Micropilotadora.

Riesgos específicos:

- Vuelco de la máquina (terrenos irregulares, velocidad inadecuada).
- Atrapamientos de personas.
- Atropellos con vehículos.
- Caída a distinto nivel.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Golpes con el trepano.
- Polvo ambiental.
- Estrés (por ruido, trabajos de larga duración, altas o bajas temperaturas).
- Quemaduras (tareas de mantenimiento).
- Atrapamientos (tareas de mantenimiento).
- Sobre esfuerzos (tareas de mantenimiento).

Medidas preventivas:

- Adopte las precauciones normales cuando mantenga la máquina y use las prendas de protección personal recomendadas.
- Las zonas de excavación se mantendrán limpias y ordenadas. Para ello, se utilizara en coordinación con la pilotadota, una pala cargadora que retire los productos procedentes de la excavación, para su transporte al vertedero.
- Mantener orden y limpieza en la obra. Retirar los restos de los terrenos desalojados y de materiales provenientes de la perforación e inyección.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Mantener el contacto visual entre el maquinista y el ayudante. Prestar atención a la señalización luminosa y sonora de los vehículos. No pasar por detrás de las máquinas en movimiento. Utilizar ropa reflectante.
- La plataforma de trabajo debe tener las dimensiones necesarias para que la perforadora permanezca estable, segura y pueda trabajar nivelada.
- Durante la perforación:
- No subir nunca a la máquina para la introducción de las varillas de perforación. Utilizar los medios auxiliares: escaleras o plataformas elevadoras.
- Subir y bajar de los equipos a través de los estribos incorporados y nunca con la maquina en funcionamiento.
- Perfecta coordinación entre el maquinista y los ayudantes para no realizar ningún movimiento con la máquina hasta que éstos lo indiquen. Alejarse de las varillas de perforación mientras giran. No situar las manos ni los pies dentro de la mordaza. Evitar el manejo del varillaje de perforación con los dedos por dentro, sujetándolo por el exterior. No limpiar la tierra desalojada durante la perforación.
- Utilizar cuerdas de retenida colocada en los extremos de la varilla para su guiado. Nunca con las manos. La manipulación de las varillas se hará entre dos operarios.
- Utilizar cabos guías para direccionar las armaduras suspendidas. Usar guantes de seguridad. Permanecer alejados de las armaduras mientras giran.
- Durante la inyección, utilizar gafas de seguridad para evitar salpicaduras a los ojos. No quitar las protecciones de seguridad de la mezcladora. Utilizar mascarilla protectora y evitar cualquier contacto con la piel. No situarse nunca encima del obturador durante la inyección de lechada. No desmontar la manguera de inyección hasta comprobar la ausencia de presión, tratarlo siempre como si estuviera con presión.
- Durante el tesado, Efectuar el tesado por operarios cualificados y con experiencia. Apoyar el gato perpendicularmente y centrado sobre el anclaje. Colocar protecciones resistentes por detrás de los gatos. No pasar por detrás del gato durante el tesado. Proteger el sobrante de los cables con setas de plástico.
- Durante el destesado. Situarse siempre a un lado o por encima del anclaje. Realizar el destesado de modo lento, gradual y uniforme, sin sacudidas bruscas. Utilizar los EPI's necesarios. El corte nunca se realizará por debajo del anclaje para evitar que caiga sobre el soplete encendido. Mantener en buen estado el equipo de oxicorte. No encender nunca el soplete antes de estar colocado junto al anclaje que va a destesar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se prohíbe transportar a personas sobre la maquina de excavación de pozos.
- Se prohíbe la permanencia de personas a menos de 5m. del radio de acción de la maquina.
- Las muelas del taladro se mantendrán en buen estado, sustituyendo los trépanos deteriorados por otros en buen estado.
- Las operaciones de mantenimiento se efectuaran con el trepano apoyado sobre el suelo.
- La guía para el centrado en el punto exacto para la excavación del pozo, se realizara por 2 hombres mediante sogas de gobierno, que permitirán el centrado del trepano sin tocarlo con las manos.
- La operación de encamisado se realizar izando el tubo en posición vertical y guiándolo con cuerdas de gobierno por 2 operarios evitando tocarla directamente con las manos.
- El riesgo de caída de personas en el interior de los pozos, en el lapso de tiempo existente entre la apertura y el relleno con la ferralla y el hormigón, se evitara, cubriendo el hueco con un entablado.
- Normas para los maquinistas.
- Para subir y bajar de la máquina utilizar los peldaños de acceso.
- Suba y baje de la maquina de forma frontal, asiéndose con ambas manos.
- Para evitar lesiones, apoye en el suelo el trepano, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la maquina; a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.
- No efectúe trabajos de mantenimiento con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.
- No permitir acceder a la máquina a personal no autorizado.
- No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la pilotadota, pueden incendiarse.
- Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehiculo.
- No arrastre el trepano o las camisas. Ícelas y transpórtelas en vertical sin balancear.
- Evitar tocar el líquido anticorrosion sin protegerse con guantes y gafas antiproyecciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- No se admitirán pilotadotas que no vengan provistas de cabina antivuelco y antiimpactos de seguridad homologadas.
- Para manipular repostar etc. desconectar el motor.
- Tendrán un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardad para mantenerlo limpio.
- Dispondrán de un extintor de incendios de polvo químico seco.

Protecciones individuales:

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Gafas antiimpacto.
- Mascarilla.
- Protección auditiva.

10.7. Pala cargadora

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar palas cargadoras adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 metros del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Circular con la pala plegada. No usar la pala como andamio o plataforma de trabajo. No hacer la pala por encima de personas. No derribar elementos que estén situados por encima de la altura de la pala cargadora. Para desplazarse sobre terrenos en pendientes, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a medio metro del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.8. Motoniveladora

Riesgos específicos

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar motoniveladoras adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Circular con la hoja elevada sin que sobrepase el ancho de la máquina. En trabajos en pendientes, hay que trabajar en sentido longitudinal, nunca transversalmente.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.9. Compactadora

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc…

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Medidas Preventivas

Utilizar compactadoras adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación .

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

10.10. Camión bañera

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar camiones bañeras adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima del máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Determinar si la posición es idónea para levantar el volquete. Después de levantar el volquete, hay que bajarlo inmediatamente. No usar la caja como andamio o plataforma de trabajo. Situar la carga homogéneamente por toda la caja. Cubrir la carga con un toldo, sujetándolo de forma sólida y segura. Si la máquina estuviera dotado de eslingas

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

y ganchos, se deberá realizar las revisiones establecidas por el fabricante y desechar las que no sean aptas.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos.

10.11. Dumper

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos en el vertido o tránsito y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Medidas Preventivas

Utilizar dumpers adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima del máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Evitar transportar cargas con una anchura superior a la de la máquina. Si es necesario, habrá que señalizar sus extremos y circular con la máxima precaución. Cuando la carga de la máquina se realice con palas, grúas o similar, el conductor debe abandonar el lugar de conducción. Si la máquina estuviera dotado de eslingas y ganchos, se deberá realizar las revisiones establecidas por el fabricante y desechar las que no sean aptas.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

10.12. Camión hormigonera

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes..

Colisiones con otros vehículos

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Dermatosis, debido al contacto de la piel con el cemento.

Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.

Atrapamientos por puesta en marcha fortuita.

Contactos eléctricos.

Grave Probable.

Medidas Preventivas

Utilizar camiones hormigonera adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima del máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

No cargar la cuba por encima de la carga máxima permitida. En la aproximación al borde de la zona de vertido se tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose de que dispone de un tope limitador sobre el suelo, a una distancia mínima de un metro. La limpieza de las cisternas y las canales hay que realizarla en las zonas habilitadas para esta finalidad.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.13. Camión pluma

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Desprendimientos de las cargas manipuladas .

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Atrapamientos por puesta en marcha fortuita.

Contactos eléctricos.

Medidas Preventivas

Utilizar camiones pluma adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas en lugares no adecuados.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

En las maniobras a realizar con la pluma la máquina debe estar perfectamente nivelada, utilizando los gatos estabilizadores sobre el terreno y manteniendo las distancias de seguridad sobre desniveles importantes. Antes de desplegar la pluma se tendrá en cuenta si es idónea la posición. No hacer pasar la carga por encima de personas.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.14. Hidrosembradora

Riesgos específicos

Caída de personas a diferente nivel.

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Medidas Preventivas

Utilizar hidrosembradoras adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima del máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No usar el remolque como andamio o plataforma de trabajo. Si la máquina estuviera dotado de eslingas y ganchos, se deberá realizar las revisiones establecidas por el fabricante y desechar las que no sean aptas.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

Vehículo transporte personal.

Riesgos específicos

Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.

Atrapamientos en labores de mantenimiento.

Contactos térmicos y eléctricos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Medidas Preventivas

Utilizar vehículos adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima del máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas indebidamente.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el conductor tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Extintor en vehículo.

Señalización del vehículo.

10.15. Camión bombeo hormigón

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Dermatitis por contacto con cemento y mortero.

Medidas Preventivas

Utilizar camiones de bombeo adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m de bordes.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

En las operaciones de bombeo situar la máquina camión perfectamente nivelada, utilizando los gatos estabilizadores sobre el terreno y manteniendo las distancias de seguridad sobre desniveles importantes. Antes de desplegar la paramenta del camión se tendrá en cuenta si es idónea la posición. La limpieza de las tuberías y tolva realizarla en las zonas habilitadas para esta finalidad.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

10.16. Desbrozadora

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes, Muy grave.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar desbrozadoras adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima del máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Circular con el brazo plegado. No hacer pasar el brazo por encima de personas. Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo. Acabar el desbroce entre media y una hora antes del anochecer.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

Excavadora hidráulica de ruedas

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Medidas Preventivas

Utilizar excavadoras de ruedas adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima del máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Circular con la cuchara plegada. No usar la cuchara como andamio o plataforma de trabajo. No hacer pasar la cuchara o carga por encima de personas. No derribar elementos que estén situados por encima de la altura de la excavadora. Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a medio metro del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.17. Camión plataforma

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas o enterradas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Medidas Preventivas

Utilizar camiones plataforma adaptados a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

No se permite la permanencia de personas en la parte trasera de la góndola en las maniobras marcha atrás.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción se debe que disponer de un sistema de manos libres homologado.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

Si la máquina estuviera dotada de eslingas, cadenas y ganchos, se deberá realizar las revisiones establecidas por el fabricante y desechar las que no sean aptas. Distribuir la carga de forma homogénea por toda la plataforma.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicación.

Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica dé marcha atrás.

10.18. Planta de triturado

Riesgos específicos

Proyección de fragmentos o partículas..

Atrapamientos por o entre objetos.

Sobreesfuerzos.

Contactos térmicos y eléctricos.

Explosiones e incendios.

Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.

Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a ruidos y polvo.

Medidas Preventivas

Utilizar plantas de triturado adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

Verificar la existencia y el buen estado de las protecciones que impidan el acceso a los elementos móviles o con alta temperatura, la existencia de paradas de emergencia, que no se han anulado elementos de seguridad, el correcto estado de los equipos eléctricos, la iluminación y señalización de emergencia.

Todas las partes metálicas y los cuadros de mando deben tener la toma de tierra conectada.

Señalizar las vías de circulación de los camiones y peatones. Colocar espejos allá donde la visibilidad sea mala o nula.

Limitar el paso bajo determinados elementos de la planta para evitar el impacto de elementos o materiales desprendidos.

Cuando la alimentación de la trituradora de la planta de triturado se realice a través de palas cargadoras, colocar topes para las ruedas delanteras de la pala.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Cuando se produzca un atasco en la trituradora o algún tipo de avería, hay que verificar la desconexión de esta máquina y las operaciones en la zona de las mandíbulas del compactador se han de llevar a cabo con personal sujetado con arnés.

Verificar que las escaleras de gato están protegidas con círculos de seguridad.

Verificar que los peldaños son antideslizantes y no muestran signos de desgaste. Mantener los peldaños sin barro ni suciedad.

Señalizar la prohibición de fumar en las zonas de carga de combustible.

Disponer de los correspondientes extintores en base al proyecto o fabricante. Los extintores no pueden estar tapados, sino que han de estar en lugares visibles, accesibles y señalizados.

Mantener las instalaciones limpias y ordenadas.

Establecer un programa de evaluaciones higiénicas para determinar el nivel de ruido y polvo, y tomar medidas preventivas cuando haga falta.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados. Verificar que las máquinas están paradas y desconectadas de la alimentación eléctrica.

En el mantenimiento y reparación de los espacios cerrados hay que asegurarse de que siempre se queda un operario de seguridad fuera del recinto.

En operaciones de montaje y desmontaje, en ausencia de protecciones colectivas, utilizar arnés de seguridad más algún sistema de anclaje. Seguir, en cualquier caso, las normas que fija el fabricante.

Realizar una correcta gestión de os residuos en general mediante el punto limpio de la obra o instalación.

En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.

Protección colectiva

Cuando sea necesario, delimitar el recinto de la planta con vallas o similares.

Comprobar que las cintas transportadoras estén cubiertas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Asegurarse de que la instalación eléctrica dispone de los preceptivos elementos de protección.

Rótulos indicativos de riesgo.

Extintor en la máquina o en las proximidades de fácil accesibilidad Verificar que las barandillas de las plataformas, las pasarelas y las escaleras son resistentes, de 90 cm de altura mínima y cuando sea necesario para impedir el paso o caída de trabajadores y de objetos, dispondrán de protección intermedia y rodapié.

Impedir el acceso a las zonas donde se realizan reparaciones o mantenimientos cuando puedan ser peligrosos.

10.19. Carretilla elevadora

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas de la maquina.

Colisiones con otros vehículos.

Caída de la carga.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Proyección de materiales durante el trabajo.

Caídas desde el vehículo.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas Preventivas

Utilizar carretillas elevadoras adaptadas a la normativa vigente y accesorios aptos para la máquina. Mantener al día todas las revisiones previstas por el fabricante.

La persona que la conduce está autorizada y tiene la formación e información necesaria.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada y asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.

Mantener la cabina limpia así como los accesos, asideros y escaleras, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos. Limpiar el calzado antes de usar la escalera de acceso.

Subir y bajar de la máquina únicamente por la escalera prevista por el fabricante usando las dos manos y siempre de cara a la máquina.

Al abandonar el conductor la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la pala apoyada en el suelo.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar que la altura máxima de la máquina es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.

No se permite la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina así como el transporte de personas.

Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe. Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.

No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto. La zona de rampas se deben bajar marcha atrás.

Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.

Señalizar acústicamente el comienzo de movimiento tras una parada.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Evitar desplazamientos de la máquina en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes, pozos, zanjas y vaciados.

Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir. Respetar en cualquier caso la señalización interna de la obra.

No usar la carretilla elevadora como andamio o plataforma de trabajo. Transportar la carga con la horquilla lo más abajo posible y el mástil hacia atrás. No cargar elementos superiores a las indicadas por el fabricante. Con la carga elevada, inclinar el mástil hacia delante únicamente para depositar la carga en la estantería o pila. Para retirar la carga, inclinar el mástil lo justo necesario para estabilizar la carga sobre las horquillas. En ambos casos accionar los mandos con suavidad. En particular, debe prohibirse operar en la carretilla llevando brazaletes, cadenas, ropas sueltas, cabellos largos no recogidos, por el riesgo que presentan de atrapamiento con piezas en movimiento, aristas, etc.

En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, estacionarla en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y frío y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores ubicados en el punto limpio de la obra o instalación.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.20. Mini pilotadora

Evaluación del riesgo inicial

Riesgos específicos

Vuelco de la máquina (terrenos irregulares, velocidad inadecuada).

Atrapamientos de personas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Caída a distinto nivel.

Ruido.

Vibraciones.

Golpes.

Polvo ambiental.

Estrés (por ruido, trabajos de larga duración, altas o bajas temperaturas).

Quemaduras (tareas de mantenimiento).

Atrapamientos (tareas de mantenimiento).

Sobre esfuerzos (tareas de mantenimiento).

Medidas Preventivas

Adopte las precauciones normales cuando mantenga la máquina y use las prendas de protección personal recomendadas.

Se prohíbe transportar a personas sobre la hoyadora.

Se prohíbe la permanencia de personas a menos de 5 metros del radio de acción de la máquina.

Las operaciones de mantenimiento se efectuaran con el trepano apoyado sobre el suelo.

Normas para los maquinistas.

Para subir y bajar de la máquina utilizar los peldaños de acceso.

Suba y baje de la máquina de forma frontal, asiéndose con ambas manos.

Para evitar lesiones, apoye en el suelo el sinfín, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la maquina; a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.

No efectúe trabajos de mantenimiento con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.

No permitir acceder a la máquina a personal no autorizado.

No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la ahoyadora, pueden incendiarse.

Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Evitar tocar el líquido anticorrosión sin protegerse con guantes y gafas anti proyecciones.

Dirigir las maniobras de carga y descarga por una persona adecuada.

La señal acústica y luces de marcha atrás se comprobarán diariamente antes de comenzar a trabajar. Cualquier trabajador que detecte esta deficiencia deberá de comunicársela personalmente al camionero y también al encargado.

Todos los trabajadores llevarán ropa de alta visibilidad en presencia de máquinas.

Todas las zonas de paso de camiones y maquinaria en general que sean susceptible de vuelco deberán estar delimitadas mediante señalización de balizamiento.

El conductor de la máquina deberá conocer las capacidades de ésta.

Todo el mundo llevará casco de seguridad durante las operaciones de ayuda al palista.

Se designará a un señalista en las operaciones en las que el conductor no tenga visibilidad. Este señalista deberá estar formado en “señalización gestual”.

Durante los trabajos en terraplenes un señalista dirigirá las maniobras en caso de poca visibilidad. Además se colocarán topes.

La ahoyadora estará dotada de una estructura antivuelco y contra caída de materiales (TOPS).

No se admitirán pilotadoras que no vengan provistas de cabina antivuelco y anti impactos de seguridad homologadas.

Tendrán un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio.

Dispondrán de un extintor de incendios de polvo químico seco.

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

10.21. Grua autopropulsada

Riesgos específicos

Atropellos del personal de otros trabajos.

Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.

Abandono de la máquina sin apagar el contacto.

Vuelcos y caídas por terraplenes.

Colisiones con otros vehículos.

Contactos con conducciones aéreas.

Desplomes de taludes ó terraplenes.

Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento).

Desprendimientos de las cargas manipuladas .

Caídas desde el vehículo.

Golpes por la carga.

Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Dermatosis, debido al contacto de la piel con el cemento.

Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.

Atrapamientos por puesta en marcha fortuita.

Contactos eléctricos.

Medidas Preventivas

Normas generales.

Deben utilizarse grúas autopropulsadas o auto transportadas que prioritariamente dispongan de la documentación obligatoria según la normativa vigente.

Es necesario formación específica operador de grúa móvil autopropulsada para la utilización de este equipo. Se requerirá la formación según legislación vigente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Ha de estar dotada de señal acústica dé marcha atrás.

Verificar que se mantiene las inspecciones reglamentarias.

Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la grúa autopropulsada responden correctamente y están en perfecto estado: cables, frenos, neumáticos, etc.

Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres. En vehículos con sistemas electrónicos sensibles, no está permitida su utilización.

La grúa ha de instalarse en terreno compacto y ha de utilizar estabilizadores.

Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.

Asegurar la máxima visibilidad de la grúa autopropulsada mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.

Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.

El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.

Subir y bajar de la grúa autopropulsada únicamente por la escalera prevista por el fabricante.

Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la máquina.

Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.

Verificar la existencia de un extintor en la grúa autopropulsada o autotransportada.

Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Deberá designarse un jefe de maniobras que será responsable de la dirección de la maniobra.

Normas de uso y mantenimiento.

Definir claramente el lugar de estación de la grúa autopropulsada para montaje.

Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.

No subir ni bajar con la grúa autopropulsada en movimiento.

Asegurarse de que el gancho de la grúa dispone de pestillo de seguridad y los medios auxiliares están bien colocados.

Revisar el buen estado de los elementos de seguridad: limitadores de recorrido y de esfuerzo.

Hay que respetar las limitaciones de carga indicadas por el fabricante.

Bajo ningún concepto un operario puede subir a la carga.

No abandonar el puesto de trabajo con la grúa con cargas suspendidas.

Comprobar la correcta colocación de los mecanismos estabilizadores antes de entrar en servicio la grúa.

Realizar las operaciones de carga y descarga con el apoyo de operarios especializados.

Si se tiene que apoyar sobre terrenos blandos, se ha de disponer de tablones para que puedan ser utilizados como plataformas.

Prohibir transportar cargas por encima del personal.

Mantener siempre que sea posible la carga a la vista.

Prohibir arrastrar las cargas.

Efectuar las tareas de reparación de la grúa autopropulsada con el motor parado y la máquina estacionada.

No efectúe trabajos de mantenimiento con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.

No permitir acceder a la máquina a personal no autorizado.

Adopte las precauciones normales cuando mantenga la máquina y use las prendas de protección personal recomendadas.

Para manipular repostar etc. desconectar el motor.

Controlar el libro de mantenimiento de la grúa y revisiones.

Comprobar el perfecto apoyo de los gatos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No pasar el brazo de la grúa por encima del personal.

No dar marcha atrás sin el auxilio de un ayudante.

No realizar trabajos sin una buena visibilidad.

Izar una sola carga cada vez.

No permitir que se utilicen elementos de elevación defectuosos (eslingas, cadenas…)

Protección colectiva

Cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Extintor en la máquina de fácil accesibilidad.

Emisora y móvil para comunicarse con el resto de equipos y vehículos Absorbedor de vibraciones y fácil adaptabilidad del puesto de mandos de la máquina.

Avisador luminoso de tipo rotatorio o flash y señal acústica de marcha atrás.

10.22. Plataformas elevadoras moviles

Riesgos específicos

Caídas a distinto nivel.

Vuelco del equipo.

Caída de materiales sobre personas y/o bienes.

Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos fijos o móviles.

Contactos eléctricos directos o indirectos.

Caídas al mismo nivel.

Atrapamiento entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis.

Medidas Preventivas

Normas previas a la puesta en marcha de la plataforma.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Inspección visual de soldaduras deterioradas u otros defectos estructurales, escapes de circuitos hidráulicos, daños en cables diversos, estado de conexiones eléctricas, estado de neumáticos, frenos y baterías, etc.

Comprobar el funcionamiento de los controles de operación para asegurarse que funcionan correctamente.

Normas previas a la elevación de la plataforma.

Comprobar la posible existencia de conducciones eléctricas de A.T. en la vertical del equipo. Hay que mantener una distancia mínima de seguridad, aislarlos o proceder al corte de la corriente mientras duren los trabajos en sus proximidades.

Comprobar el estado y nivelación de la superficie de apoyo del equipo.

Comprobar que el peso total situado sobre la plataforma no supera la carga máxima de utilización.

Si se utilizan estabilizadores, se debe comprobar que se han desplegado de acuerdo con las normas dictadas por el fabricante y que no se puede actuar sobre ellos mientras la plataforma de trabajo no esté en posición de transporte o en los límites de posición.

Comprobar estado de las protecciones de la plataforma y de la puerta de acceso.

Comprobar que los cinturones de seguridad de los ocupantes de la plataforma están anclados adecuadamente.

Delimitar la zona de trabajo para evitar que personas ajenas a los trabajos permanezcan o circulen por las proximidades.

Normas de movimiento del equipo con la plataforma elevada.

Comprobar que no hay ningún obstáculo en la dirección de movimiento y que la superficie de apoyo es resistente y sin desniveles.

Mantener la distancia de seguridad con obstáculos, escombros, desniveles, agujeros, rampas, etc., que comprometan la seguridad. Lo mismo se debe hacer con obstáculos situados por encima de la plataforma de trabajo.

No se debe elevar o conducir la plataforma con viento o condiciones meteorológicas adversas.

No manejar la PEMP de forma temeraria o distraída.

No sobrecargar la plataforma de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No utilizar la plataforma como grúa.

No sujetar la plataforma o el operario de la misma a estructuras fijas.

Está prohibido añadir elementos que pudieran aumentar la carga debida al viento sobre la PEMP, por ejemplo paneles de anuncios, ya que podrían quedar modificadas la carga máxima de utilización, carga estructural, carga debida al viento o fuerza manual, según el caso.

Cuando se esté trabajando sobre la plataforma el o los operarios deberán mantener siempre los dos pies sobre la misma. Además deberán utilizar los cinturones de seguridad o arnés debidamente anclados a la plataforma elevadora en todo momento.

No se deben utilizar elementos auxiliares situados sobre la plataforma para ganar altura.

Cualquier anomalía detectada por el operario que afecte a su seguridad o la del equipo debe ser comunicada inmediatamente y subsanada antes de continuar los trabajos.

Está prohibido alterar, modificar o desconectar los sistemas de seguridad del equipo.

No subir o bajar de la plataforma si está elevada utilizando los dispositivos de elevación o cualquier otro sistema de acceso.

No utilizar plataformas en el interior de recintos cerrados, salvo que estén bien ventilados.

No se deben rellenar los depósitos de combustible (PEMP con motor de combustión) con el motor en marcha.

Las baterías deben cargarse en zonas abiertas, bien ventiladas y lejos de posibles llamas, chispas, fuegos y con prohibición de fumar.

No se deben hacer modificaciones de cualquier tipo en todo el conjunto de las PEMP.

Normas después del uso de la plataforma.

Al finalizar el trabajo, se debe aparcar la máquina convenientemente.

Cerrar todos los contactos y verificar la inmovilización, falcando las ruedas si es necesario.

Limpiar la plataforma de grasa, aceites, etc., depositados sobre la misma durante el trabajo. Tener precaución con el agua para que no afecten a cables o partes eléctricas del equipo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Dejar un indicador de fuera de servicio y retirar las llaves de contacto depositándolas en el lugar habilitado para ello.

Equipos de protección individual

Arnés anticaídas.

Protección colectiva.

Protección perimetral.

Señalización acústica y luminosa.

10.23. Grupo Electrógeno

Riesgos específicos

Golpes y cortes en el cuerpo ocasionados por el traslado del grupo.

Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

Contacto con la energía eléctrica.

Medidas Preventivas

El sistema de protección contra contactos eléctricos que se adopte debe mantener su nivel de protección tanto si la instalación se alimenta de la red como si se alimenta del grupo electrógeno.

Si el sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos que se adopte para la instalación no protege también a la masa del grupo y de sus equipos auxiliares, deberán tomarse medidas complementarlas de forma que el nivel de protección del riesgo para estas masas sea equivalente al exigido para los receptores.

Los grupos electrógenos deberán disponer de :

- Fusibles generales.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos en diferentes circuitos.
- Interruptor diferencial (30 mA).
- Salida de enlace con toma de tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Pequeños grupos que NO necesitan puesta a tierra:
- La tensión nominal de alternador entre fases si es trifásico no será superior a 220 V.
- El alternador del grupo electrógeno y todos los receptores serán de la clase II (Doble aislamiento).

Todos los órganos móviles, deben encontrarse protegidos con una carcasa adecuada. No quitar las carcasas de protección, en el caso de tener que retirarlas será con el motor parado.

Tanto la puesta en obra del grupo, como sus conexiones a cuadros principales y auxiliares, deberá efectuarse por personal especializado.

Situar el grupo lo más alejado posible de la zona de trabajo.

La ubicación del grupo electrógeno nunca será en sótanos o compartimentos cerrados o mal ventilados.

El grupo quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal, con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizantes. La lanza de arrastre debe poseer pivote de nivelación firme y seguro.

Las operaciones de mantenimiento y reparación de elementos próximos a partes móviles se harán con la máquina parada.

Las mangueras a utilizar, estarán siempre en perfectas condiciones de uso, sin grietas ni desgaste.

Comprobar periódicamente las tomas de tierra.

Debe realizarse un mantenimiento adecuado por personal especializado y un seguimiento de todas las operaciones de revisión y de mantenimiento a que sea sometido, dejando constancia escrita de las revisiones.

Debe existir la señalización de peligro contactos eléctricos".

Llenar el depósito con el motor parado, en esta operación se prohíbe fumar.

No colocar el grupo ni el combustible en la cercanía de fuentes de ignición o llamas abiertas.

En el caso de derrames se deberán de secar inmediatamente y esperar un tiempo prudencial para que se evapore el combustible que no se haya podido secar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las mangueras a utilizar, estarán siempre en perfectas condiciones de uso, sin grietas ni desgaste.

Comprobar periódicamente las tomas de tierra.

Al recinto del grupo electrógeno únicamente tendrá acceso personal cualificado y conocedor de las características de este sistema de protección.

Será obligatorio el uso de protección auditiva en las proximidades del grupo, en caso de que esté no esté insonorizado.

Protección colectiva

Protecciones diferenciales y magnetotérmicos.

10.24. Soldadura Eléctrica

Dentro del campo de la soldadura industrial, la soldadura eléctrica manual al arco con electrodo revestido es la más utilizada. Para ello se emplean máquinas eléctricas de soldadura que básicamente consisten en transformadores que permiten modificar la corriente de la red de distribución, en una corriente tanto alterna como continua de tensión más baja, ajustando la intensidad necesaria según las características del trabajo a efectuar.

Riesgos específicos

Contacto eléctrico.

Quemaduras.

Incendio.

Explosión.

Proyecciones en ojos.

Choques.

Sobreesfuerzos.

Exposiciones a radiaciones (ultravioleta y luminosa).

Exposiciones a humos, gases y fosgeno.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Medidas Preventivas

Riesgos de accidente

Los principales riesgos de accidente son los derivados del empleo de la corriente eléctrica, las quemaduras y el incendio y explosión.

El contacto eléctrico directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V).

El contacto eléctrico indirecto puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.

Las proyecciones en ojos y las quemaduras pueden tener lugar por proyecciones de partículas debidas al propio arco eléctrico y las piezas que se están soldando o al realizar operaciones de descascarillado.

La explosión e incendio puede originarse por trabajar en ambientes inflamables o en el interior de recipientes que hayan contenido líquidos inflamables o bien al soldar recipientes que hayan contenido productos inflamables.

Riesgos higiénicos

Básicamente son tres: las exposiciones a radiaciones ultravioleta y luminosas, la exposición a humos y gases y la intoxicación por fosgeno.

Las exposiciones a radiaciones ultravioleta y luminosas son producidas por el arco eléctrico.

La inhalación de humos y gases tóxicos producidos por el arco eléctrico es muy variable en función del tipo de revestimiento del electrodo o gas protector y de los materiales base y de aporte y puede consistir en exposición a humos (óxidos de hierro, cromo, manganeso, cobre, etc.) y gases (óxidos de carbono, de nitrógeno, etc).

Finalmente, puede ocurrir intoxicación por fosgeno cuando se efectúan trabajos de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas con dichos productos.

Sistemas de prevención y protección

Contactos eléctricos directos e indirectos

La máquina de soldar puede protegerse mediante dos sistemas, uno electromecánico y otro electrónico. En ambos casos se consigue una tensión de vacío del grupo de 24 V, considerada tensión de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se deben utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material debe estar hecho de un material opaco o translúcido robusto. La parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la ventilación. Se debería señalizar con las palabras: PELIGRO ZONA DE SOLDADURA, para advertir al resto de los trabajadores.

Proyecciones y quemaduras

Se deben emplear mamparas metálicas de separación de puestos de trabajo para que las proyecciones no afecten a otros operarios. El soldador debe utilizar pantalla de protección.

Exposición a humos y gases

Se debe instalar un sistema de extracción localizada por aspiración que capta los vapores y gases en su origen con dos precauciones: en primer lugar, instalar las aberturas de extracción lo más cerca posible del lugar de soldadura; en segundo, evacuar el aire contaminado hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.

Normas de seguridad

Puesta a tierra

La instalación de las tomas de la puesta a tierra se debe hacer según las instrucciones del fabricante.

La toma de corriente y el casquillo que sirve para unir el puesto de soldadura a la fuente de alimentación deben estar limpios y exentos de humedad.

Conexiones y cables

Se debe instalar el interruptor principal cerca del puesto de soldadura para en caso necesario poder cortar la corriente. Verificar asimismo los cables de soldadura en toda su longitud para comprobar su aislamiento. Hay que tener en cuenta que a medida que la longitud total del cable aumenta, disminuye su capacidad de transporte de corriente. Por tanto para según qué casos se deberá aumentar el grosor del cable.

Montaje correcto del puesto de trabajo

Los conductores deben estar situados en alto o recubiertos para no tropezar con ellos

La toma de tierra no debe unirse a cadenas, cables de un montacargas o tornos. Tampoco se debe unir a tuberías de gas, líquidos inflamables o conducciones que contengan cables eléctricos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No sustituir los electrodos con las manos desnudas, con guantes mojados o en el caso de estar sobre una superficie mojada o puesta a tierra; tampoco se deben enfriar los porta-electrodos sumergiéndolos en agua.

No se deben efectuar trabajos de soldadura cerca de lugares donde se estén realizando operaciones de desengrasado, pues pueden formarse gases peligrosos. Tampoco se permitirá soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor. Es conveniente también prever una toma de tierra local en la zona de trabajo.

Equipos de protección individual

Botas de seguridad.

Guantes protección mecánica.

Casco de seguridad cuando se trabaje alado de las maquinas en zanjas y pozos.

Yelmo de soldador (casco + careta de protección).

Pantalla de soldadura de sustentación manual.

Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).

Guantes de cuero.

Ropa de trabajo.

Manguitos de cuero.

Polainas de cuero.

Mandil de cuero.

Protección colectiva.

Pantallas.

10.25. Otras maquinas y herramientas

10.25.1. Compresor.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Riesgos mas frecuentes:

- Vuelco.
- Atrapamientos de personas.
- Caída de la máquina por desprendimiento durante el transporte en suspensión.
- Ruido.
- Rotura de la manguera de presión.
- Riesgos higiénicos derivados de la emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante operaciones de mantenimiento.
- Sobreesfuerzos.

Normas preventivas:

- El compresor (o compresores), se ubicará en los lugares señalados para ello en los planos que completan el Plan de Seguridad y Salud, en prevención de los riesgos por imprevisión o por creación de atmósferas ruidosas.
- El arrastre directo para ubicación del compresor por los operarios, se realiza a una distancia nunca inferior a los 2 m. (como norma general), del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.
- El transporte en suspensión, se efectuará mediante un eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma que quede garantizada la seguridad de la carga.
- El compresor a utilizar en esta obra, quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad estará nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizantes. Si la lanza de arrastre, carece de rueda o de pivote de nivelación, se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
- Los compresores a utilizar en esta obra, serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir la contaminación acústica.
- Las carcasas protectoras de los compresores a utilizar en esta obra, estarán siempre instalados en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- La zona dedicada en esta obra para la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 m. (como norma general) en su entorno, indicándose con señales de "obligatorio el uso de protectores auditivos" para sobrepasar la línea de limitación.
- Los compresores (no silenciosos) a utilizar en esta obra, se aislará por distancia del tajo de martillos (o de vibradores).
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las mangueras a utilizar en esta obra, estarán siempre en perfectas condiciones de uso; es decir, sin grietas o desgastes que puedan predecir un reventón.
- Una persona competente controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados diariamente con el fin de que sean subsanados.
- Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión según cálculo.
- Las mangueras de presión se mantendrán elevadas (a 4 o más metros de altura) en los cruces sobre los caminos de la obra.

Protecciones individuales:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes de goma o P.V.C.

Protecciones colectivas:

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Carteles informativos.
- Cintas de balizamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Riego de las zonas donde los trabajos generen polvo.
- Barandillas, en andamios y zonas de trabajo con posibles caídas al vacío. (Obras de fábrica).

10.25.2. Martillo neumático

Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos desde altura.
- Proyección de objetos.
- Riesgos derivados de la transmisión de vibraciones a estructuras.
- Riegos derivados del movimiento incontrolado de la manguera y el martillo.
- Golpes cortes.

Normas básicas de seguridad:

- Los trabajos realizarán sobre superficies firmes, niveladas y secas. Nunca sobre muros, pilares, etc.
- Se verificará la existencia de medidas de protección colectivas efectivas y la la imposibilidad de caída de elementos por efecto de la vibración previo al inicio del trabajo con la herramienta.
- Se usarán mangueras y conexiones del tamaño correcto manteniendo aquellas desenrolladas y localizadas en lugar que no provoque caídas ni sea pisada por maquinaria móvil.
- Se debe conocer con precisión el material sobre el que se trabaja y la presencia o no de canalizaciones de servicio. La excavación de detendrá llegados a 50 cm de la canalización.
- No se manejará este tipo de herramienta en atmósferas potencialmente explosivas.

Normas de actuación preventiva del operador

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Verificar que el compresor se encuentra a unos 10 m de la zona de trabajo.
- Se deberán seguir las instrucciones de conexionado, descohesionado, manipulación y almacenaje prescritas por el fabricante.
- Evitar el uso continuado de la herramienta por un mismo operador durante largos períodos de tiempo.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo o mono con puños ajustables.
- Casco y gafas de protección.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla con filtro mecánico cuando set trabaje en lugares con escasa ventilación.

Protecciones colectivas:

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Carteles informativos.
- Cintas de balizamiento.
- Riego de las zonas donde los trabajos generen polvo.
- Barandillas, en andamios y zonas de trabajo con posibles caídas al vacío. (Obras de fábrica).

10.25.3. Amasadora

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Atrapamientos por órganos móviles.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Vuelcos y atropellos al cambiarla de emplazamiento.

Normas básicas de seguridad:

- La máquina estará situada en superficie horizontal y consistente.
- Las partes móviles y de transmisión, estarán protegidas con carcasa.
- Bajo ningún concepto, se introducirá el brazo en el tambor, cuando funcione la máquina.

Normas de actuación preventiva del conductor:

- No permitirá el acceso de personas no autorizadas a la máquina.
- No subirá a la máquina usando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Evitar accidentes por caídas subiendo y bajando de la máquina de forma frontal, asiéndose con ambas manos. No saltar nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo o mono.
- Guantes de goma.
- Botas de goma y mascarilla antipolvo.

Protecciones colectivas:

- Zona de trabajo claramente delimitada.
- Correcta conservación de la alimentación eléctrica.

10.25.4. Vibrador

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Caídas en altura.
- Salpicaduras de lechada en ojos.

Normas básicas de seguridad:

- La operación de vibrado, se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida, si discurre por zonas de paso.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo o mono.
- Botas de goma.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas para protección contra las salpicaduras.

10.25.5. Batidora mezcladora de pinturas o barnices

Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas por uso inadecuado de andamios y escaleras.
- Caída de objetos.
- Intoxicación por emanaciones tóxicas.
- Salpicaduras en ojos y cuerpo.
- Contacto con sustancias corrosivas.
- Afecciones pulmonares.
- Explosiones e incendios.

Normas básicas de seguridad:

- Cuando la iluminación sea suficiente, se pondrá la instalación necesaria para tener 100 Lux, como mínimo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los lugares de trabajo estarán perfectamente ventilados.
- Se evitará en lo posible el contacto directo de todo tipo de pinturas con la piel, para lo cual los trabajadores que realicen estos trabajos, deberán ir protegidos con prendas adecuadas.
- El vertido de pinturas y materias primas sólidas como pigmentos, cemento y otros se llevará a cabo desde poca altura para evitar salpicaduras y formación de nubes de polvo.
- Cuando se trabaje con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos, estará prohibido fumar, comer y beber mientras se manipulen. Las actividades que se han prohibido se realizarán en otro lugar a parte y previo lavado de manos.
- Cuando se apliquen pinturas con riesgo de inflamación se alejará del trabajo las fuentes radiantes de calor, tales como trabajos de soldadura oxicorte u otras, teniendo previsto en las cercanías del tajo, un extintor adecuado de polvo químico seco. Estará prohibido fumar.
- El almacenamiento de pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables deberán hacerse en recipientes cerrados alejados de fuentes de calor y en particular, cuando se almacenen recipientes que contengan nitrocelulosa se deberá realizar un volteo periódico de los mismos para evitar el riesgo de inflamación. El local estará perfectamente ventilado y provisto de extintores adecuados.
- En el uso de andamios y escaleras de mano serán de aplicación todas las disposiciones citadas en su correspondiente apartado.

Protecciones individuales:

- Casco de seguridad.
- Guantes de P.V.C.
- Mascarilla buconasal con filtro mecánico o químico según las necesidades y en ambos casos recambiables.
- Gafas de protección.
- Mono de trabajo.
- Cuando la aplicación se haga por pulverización, será obligatorio el uso de mascarilla buconasal.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Protecciones colectivas:

- Plataformas de trabajo con barandilla de 0,90m. de altura, con listón superior, listón intermedio y rodapié para los trabajos en altura.
- Redes en los huecos abiertos o sin protección.

10.25.6. Cortadora

Riesgos más frecuentes:

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.

Normas básicas de seguridad:

- La máquina tendrá en todo momento colocada, la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco; si éste estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará al disco en oblicuo o por el lateral.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo o mono.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.

Protecciones colectivas:

- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y además bien ventiladas, si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.

10.25.7. Sierra Circular

Riesgos más frecuentes:

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.

Normas básicas de seguridad:

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo o mono.
- Guantes de cuero.
- Gafas de protección, contra proyección de partículas de madera.
- Calzado con plantilla anticlavo.

Protecciones colectivas:

- Zona acotada para la máquina, instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo químico antibrasa, junto al puesto de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

10.25.8. Herramientas manuales

En este grupo se incluyen las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y azulejo y rozadora, reglas, terrajas, palas, martillos, tenazas.etc.)

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Caídas en altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades.

Normas básicas de seguridad:

- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Se comprobará diariamente la instalación eléctrica provisional de obra revisando el estado de la misma y localizando y reparando las posibles anomalías; esta comprobación, la realizará personal competente, debiendo realizar al menos los siguientes controles:
- Mantenimiento adecuado de todos los dispositivos eléctricos colocando fuera del alcance de los trabajadores, los conductores desnudos que normalmente estén en tensión.
- Mantenimiento en buen estado de las líneas de alimentación a pulidora, acuchilladora, sierra de disco, compresor, etc., así como sus piezas de empalme.
- Vigilar el estado de los cuadros secundarios, verificando los disyuntores o cualquier otro elemento de protección.
- Vigilar que las máquinas pequeñas disponen de clavijas enterradas para enchufes.
- Las lámparas para alumbrado general, se colocarán a una altura no inferior a 2,50 m del suelo; si se pueden alcanzar fácilmente se protegerán con una cubierta resistente.
- No se empleará maquinaria que no esté provista de puesta a tierra, que no disponga de doble aislamiento, o que no venga aprovisionada de transformador de seguridad, según el caso.

  No se sobrecargarán las líneas de alimentación ni los cuadros de distribución.
- Los armarios de distribución, dispondrán de llave, que permita la accesibilidad a sus órganos, para evitar maniobras peligrosas o imprevistas.
- Las condiciones de utilización de las herramientas se ajustarán exactamente a lo indicado por el fabricante en la placa de características o en su defecto a las indicaciones de tensión, intensidad, etc., que facilite el mismo, ya que la protección contra contactos indirectos puede no ser suficiente para cualquier tipo de condiciones ambientales, si no se utiliza dentro de los márgenes para los que ha sido proyectado.
- Se verificará el aislamiento y protecciones que recubren a los conductores.
- Las tomas de corriente, prolongadores y conectores se dispondrán de tal forma que las piezas desnudas bajo tensión no sean nunca accesibles durante la utilización del aparato.
- Solo se utilizarán lámparas portátiles manuales que estén en perfecto estado y hayan sido concebidas a este efecto, según normas del Reglamento Electrotécnico para baja tensión. El mango y el cesto protector de la lámpara serán de material

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

aislante, y el cable flexible de alimentación garantizará el suficiente aislamiento contra contactos eléctricos.

- Las herramientas eléctricas portátiles como esmeriladores, taladradoras, remachadoras, sierras, etc. llevarán un aislamiento de clase II. Estas máquinas llevan en su placa de características dos cuadros concéntricos o inscritos uno en el otro y no deben ser puestas a tierra.

Protecciones personales:

- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.

Protecciones colectivas:

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación a herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

10.26. Medios auxiliares.

10.26.1. Andamios

Tipología

Andamios de servicios, usados como elemento auxiliar, en los trabajos de cerramientos e instalaciones, siendo de tres tipos:

- Andamios colgados móviles, formados por plataformas metálicas, suspendidas de cables, mediante pescantes metálicos, atravesando éstas al forjado de la cubierta a través de una varilla provista de tuerca y contratuerca para su anclaje al mismo.
- Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tablones, perfectamente unidos entre sí, colocados sobre dos pies en forma de "V" invertida, sin arriostramientos. Los tablones serán previamente seleccionados desechándose los que estén revirados y comprobando que no tienen clavos.
- Andamios tubulares con piezas especiales ensambladas entre sí y fijados al paramento, con la pisa resuelta con tablón o tabloncillo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Escaleras, empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho, pero que por los problemas que plantean las escaleras fijas se hace referencia de ellas aquí:
- Escaleras fijas, constituidas por el peldañeado provisional a efectuar en las rampas de las escaleras, para comunicar dos niveles distintos; de entre todas las soluciones posibles en la formación del peldañeado se ha elegido el de peldaño prefabricado metálico.
- Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo. La distancia entre peldaños será inferior a 30 cm.

Riesgos más frecuentes:

Andamios colgados

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo, a la mala unión entre dos plataformas o a la rotura de los cables.
- Caída de materiales.

Andamios de borriquetas

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablones como tablero horizontal.
- Vuelco de alguno de los tablones por estar revirado y no asentar correctamente.

Escaleras fijas

- Caídas del personal.

Escaleras de mano

- Caídas a niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado y golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

Normas básicas de seguridad:

Generales para los tipos de andamios de servicios:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- No se depositarán pesos violentamente sobre los andamios.
- No se acumulará demasiada carga, ni demasiadas personas en un mismo punto.
- Las andamiadas estarán libres de obstáculos, y no se realizarán movimientos violentos sobre ellas.

Andamios colgados móviles:

- La separación entre los pescantes metálicos no será superior a 3 m.
- Las andamiadas no serán mayores de 8 m.
- No se mantendrá una separación mayor de 0,45 m desde los paramentos, asegurándose ésta mediante anclajes.
- El cable tendrá una longitud suficiente para que queden en el tambor dos vueltas con la plataforma en la posición más baja.
- Se desecharán los cables que tengan hilos rotos.

Andamios de borriquetas o caballetes:

- En las longitudes de más de 3 m se emplearán tres caballetes.
- Tendrán barandilla y rodapié cuando los trabajos se efectúen a una altura superior a 2 m.
- Nunca se apoyará la plataforma de trabajo en otros elementos que no sean los propios caballetes o borriquetas.

Escaleras de mano:

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- La inclinación de las escaleras será aproximadamente de 75º, que equivale a que la base esté separada de la vertical del apoyo superior, la cuarta parte de la longitud entre ambos puntos.
- Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies horizontales, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento. El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 Kg. u objetos que obliguen al uso de las dos manos. No deberán ser usadas simultáneamente por dos o más trabajadores.
- Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que limiten su apertura.
- Los largueros serán de una sola pieza y estarán son deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras metálicas a utilizar no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

Protecciones personales:

Andamios colgados

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada de acero.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Guantes de trabajo.
- Ropa de protección para el mal tiempo.
- Portaherramientas a base de cinturón especial de cuero con compartimentos.
- Guantes de algodón o cuero para el montaje y desmontaje de los andamios tubulares.

Andamios de borriquetas

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada de acero.
- Cinturón de seguridad de sujeción.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Guantes de trabajo.
- Ropa de protección para el mal tiempo.
- Portaherramientas a base de cinturón especial de cuero con compartimentos.
- Guantes de algodón o cuero para el montaje y desmontaje de los andamios tubulares.

Escaleras fijas

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada de acero.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Guantes de trabajo.
- Ropa de protección para el mal tiempo.
- Portaherramientas a base de cinturón especial de cuero con compartimentos.
- Guantes de algodón o cuero para el montaje y desmontaje de los andamios tubulares.

Escaleras de mano

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada de acero.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Guantes de trabajo.
- Ropa de protección para el mal tiempo.
- Portaherramientas a base de cinturón especial de cuero con compartimentos.
- Guantes de algodón o cuero para el montaje y desmontaje de los andamios tubulares.

Protecciones colectivas:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios, evitando el paso del personal por debajo de éstos, así como que éste coincida con las zonas de acopio de materiales.
- Estarán provistos de barandillas interiores de 0,70 m y exteriores de 0,90 m de altura, con rodapié en ambas.

10.26.2. Carretón o carretilla de mano

Riesgos más frecuentes

- Vuelcos.
- Atrapamientos.
- Caídas a igual y distinta altura.
- Colisiones con objetos y vehículos.
- Atropellos.

Normas básicas de seguridad

- La carga debe estar colocada de forma estable sobre la carretilla evitando elementos sueltos que limiten la maniobrabilidad.
- La carga no deberá comprometer la visibilidad del operario.
- El operario comprobará que el peso de la carretilla cargada no es excesivo para su capacidad y características del camino a recorrer.
- Se operará siempre a una distancia de seguridad de zanjas, excavaciones y desniveles en general.
- Se mantendrá siempre la vista en la trayectoria a seguir con la carretilla.

Protecciones personales

- Casco.
- Ropa de trabajo o mono.
- Botas de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Guantes de seguridad.

10.26.3. Contenedor de escombros

Riesgos más frecuentes

- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Vuelcos.
- Sobreesfuerzos.

Normas básicas de seguridad

- Durante la reposición contenedores se mantendrá una distancia de seguridad respecto a la zona de maniobra.
- No se sobrecargarán los contenedores a fin de evitar la caída o desprendimiento de escombros durante el transporte.
- La ubicación de los contenedores será en zonas asentadas y estables lejos de zanjas, excavaciones o desniveles.
- La carga del contenedor deberá hacerse a nivel de suelo mediante el portón salvo que se disponga de maquinaria elevadora.

Protecciones personales

- Ropa de trabajo o mono.
- Casco.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.

10.26.4. Espuertas para pastas hidráulicas

Riesgos más frecuentes

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cortes.
- Atrapamientos..
- Caídas al mismo nivel.
- Derrames de material.

Normas básicas de seguridad

- El operario evaluará su capacidad de carga antes de acometer el trayecto.
- Se cargarán siempre se su asidero y con las manos.
- Se realizará la operación con el cuidado necesario para evitar derrames de material en zonas inadecuadas.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo o mono.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.

10.26.5. Herramientas de albañilería

Este apartado se refiere a paletas, paletines, plomadas, llanas y demás útiles de albañilería.

Riesgos más frecuentes:

- Cortes.
- Golpes.
- Caídas.

Normas básicas de seguridad:

- No se utilizarán estas herramientas para otras funciones o con otros materiales que aquellos para los que fueron diseñados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- La ejecución de trabajos será precisa evitando caídas de la herramienta o el material de trabajo. Especialmente en trabajos en altura.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad de sujeción para trabajos en altura.

10.26.6. Paneles de encofrado

Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos desde altura.
- Atropellos.

Normas básicas de seguridad

- El movimiento de tierras necesario se realizará dejando siempre un talud estable y se dejará espacio suficiente para trabajar. No se sobrecargará la cabeza de la excavación con ningún tipo de acopios.
- Los trabajadores que manejen los paneles de encofrado deberán utilizar botas de seguridad con puntera reforzada y no deberá permitírseles trepar por los encofrados, sino que utilizarán los medios auxiliares adecuados, como escaleras de mano.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, (o remacharán, según casos).
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no puede desprenderse la madera, es decir, desde el ya desencofrado.
- Antes del vertido del hormigón, el Vigilante de Seguridad, comprobará en compañía del técnico cualificado, la buena estabilidad del conjunto, así como el correcto anclaje de apoyos, puntuales, sopandas, etc.
- El ascenso y descenso de personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán cubridores de madera (o de plástico existentes en el mercado) sobre todas aquéllas puntas de redondos situadas en zonas de paso para evitar su hinca en las personas.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de las losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Se prohíbe pisar directamente sobre las sopandas. Se tenderán tableros que actúen como caminos seguros.
- Los elementos de encofrado se acopiarán de forma ordenada, atendiendo a su momento de utilización, sin que produzcan obstrucciones en el paso.
- Todas las puntas que sobresalgan de cualquier elemento de madera para encofrados, se arrancarán o doblarán.
- Los elementos de encofrado se revisarán antes de su puesta, a fin de comprobar que su estado ofrece garantías para soportar las solicitaciones producidas por el hormigón fresco, y que no tienen alguna parte desprendida capaz de ocasionar enganchones o punciones.
- El montaje de paneles de encofrado en días ventosos se efectuará con sumo cuidado, y si las circunstancias lo aconsejan se suspenderá, ya que el efecto vela puede originar movimientos incontrolados de dichos paneles, con peligro de golpes y caídas de los operarios o esfuerzos adicionales en los medios de puesta en obra del encofrado.
- Los armazones de los paneles verticales, o cualquier otro elemento estructural del encofrado, no se utilizarán ocasionalmente como plataformas de trabajo y como escaleras de mano. Previamente a la colocación de aquellos, es necesario el montaje de éstas en los emplazamientos correctos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Protecciones personales

- Ropa de trabajo o mono.
- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad en trabajos en altura.
- Gafas de protección.

Protecciones colectivas

- Vallados para la delimitación clara de la zona de trabajo.

10.26.7. Tractel para arrastre de cargas

Riesgos más frecuentes:

- Cortes.
- Atrapamientos.
- Caídas de material y personal a distinta altura y a nivel.

Normas básicas de seguridad:

- El personal usuario deberá conocer el funcionamiento de la herramienta.
- Se deberá asegurar el montaje firme del tractel.
- Deberá asegurarse el firme enganchado del material a arrastrar para evitar sueltas o material que pueda desprenderse.

  Finalizado el uso dejará siempre el cable recogido para evitar tropiezos, enganches en maquinaria móvil o golpes.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo con puños ajustables.
- Casco de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Guantes de seguridad.
- Botas de seguridad.

11. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

11.1. Criterios de utilización de los medios de seguridad

El Real Decreto 1627/97 exige que además de los riesgos previsibles durante el transcurso de la obra se contemplen también los riesgos y medidas correctivas correspondientes a los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de las obras construidas.

La utilización de medios de seguridad responderá a las necesidades de cada momento surgidas durante la ejecución de los cuidados, repasos, reparaciones o actividades de mantenimiento que durante el proceso de explotación se lleven a cabo.

Por tanto el responsable, encargado de la Propiedad, de la programación periódica de estas actividades, en sus previsiones de actuación ordenará para cada situación, cuando lo estime necesario, el empleo de estos medios previa la comprobación periódica de su funcionalidad y que su empleo no se contradice con las hipótesis del Estudio de Seguridad.

11.2. Medios de seguridad a emplear en el mantenimiento

Los riesgos que aparecen en las operaciones de conservación, mantenimiento y reparación son muy similares a los que aparecen en el proceso constructivo, por ello se remite a cada uno de los epígrafes desarrollados en los apartados anteriores, en los que se describen los riesgos específicos de cada fase de la obra.

Se hace mención especial de los riesgos correspondientes a la conservación, mantenimiento y reparación de las instalaciones siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

11.2.1. Instalación eléctrica

Siempre que se realice un trabajo que pueda entrañar algún peligro se pueden establecer como normas básicas de seguridad, las denominadas coloquialmente “cinco reglas de oro”:

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión del punto a trabajar, verificando que no haya tensión de retorno.

2. Enclavar o bloquear el equipo de corte, y si no es posible, señalizar tal circunstancia en el dispositivo de mando. El llevarse los cartuchos fusibles es una buena medida para evitar que alguien pueda poner en tensión la instalación.

3. Reconocimiento de la ausencia de tensión mediante la comprobación en todos los conductores, bien con voltímetro o lámpara de prueba.

4. Cortocircuitar los conductores activos y conectar el punto de cortocircuito a tierra.

5. Acotar la zona de trabajo mediante señales, vallas, cintas de señalización, etc.

11.3. Medios de seguridad a emplear en las reparaciones

El no conocer qué elementos precisaran de reparación, obliga a recurrir a lo que en general sucede en la práctica; las reparaciones que más frecuentemente aparecen son las relacionadas con las impermeabilizaciones, acabados e instalaciones, por lo que al igual que en el caso del mantenimiento, se remite a los apartados previos de este Estudio, en los puntos correspondientes, para el análisis de los riesgos más frecuentes y las medidas correctoras que correspondan.

Ha de tenerse además en cuenta, la presencia de un riesgo añadido que es el de encontrarse las dependencias ocupadas o en servicio, por lo que las zonas afectadas por obras deberán señalarse y acotarse convenientemente mediante tabiques provisionales o vallas.

Asimismo, cuando se realicen operaciones en instalaciones los cuadros de mando y maniobra estarán señalados con cartel que advierta que se encuentran en reparación.

Por lo que se refiere a la reparación de las instalaciones, se tendrán en cuenta además los siguientes aspectos:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Instalación eléctrica: Estos trabajos se realizarán por un instalador autorizado o por personal habilitado para ello.

Para la realización de obras, la propiedad encargará el correspondiente proyecto que las defina, y en el que se indiquen los riesgos y las medidas de protección correspondientes.

12. SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES

Los servicios sanitarios y comunes constituyen los servicios de prevención y primeros auxilios así como las instalaciones de higiene y bienestar.

12.1. Instalaciones de higiene y bienestar

Se definen como instalaciones de higiene y bienestar a aquellas instalaciones que dispondrá la empresa constructora para el desarrollo de las funciones propias de los servicios médicos, higiénicos, de vestuario y comedor.

Se consideran incluidos dentro de esta unidad todas las instalaciones enumeradas con anterioridad, así como los equipos necesarios contenidos en ellas, que a continuación se definen.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

Se dispondrá de vestuario, comedor y servicios higiénicos, debidamente dotados.

El vestuario dispondrá de taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez (10) trabajadores, y un W.C. por cada veinticinco (25) trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

Se debe prever la instalación y adecuación de un lugar para el comedor del personal existente en la obra.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas, lavavajillas, calienta comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios.

Si el suministro de agua potable para consumo del personal no se toma de la red municipal de distribución, sino que es recogida de fuentes, pozos, etc., se hace

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

totalmente necesario vigilar y controlar su potabilidad. En el caso de condiciones del agua no aptas para la bebida se instalarán aparatos para su cloración y depuración.

Todos los locales destinados para la utilización en común por todos los trabajadores, deberán ofrecer un estado de conservación, orden y limpieza con arreglo a las normas higiénicas que permitan la estancia del personal, para lo cual se dispondrá de un trabajador con uno de los cometidos a realizar sea el mantenimiento del Orden y la Limpieza, así como la recogida y el vertido de todos los residuos.

13. PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS

13.1. Incendio en las instalaciones eléctricas

Siempre que sea posible se dejará la instalación eléctrica sin servicio.

Si es necesario, se emplearán medio de protección contra gases tóxicos.

Se cerrarán todas las aberturas provistas de puertas, ventanas, etc.

Se utilizará únicamente los aparatos de extinción situados en la zona de la instalación eléctrica.

Está prohibido el uso de todo extintor que tenga la indicación de no utilizar con corriente eléctrica.

Se atacará el fuego, siempre que las circunstancias lo permitan, de espaldas al viento, acercándose progresivamente al fuego.

Después de la extinción del incendio, se asegurará la evacuación de los gases tóxicos, ventilación los locales. Los vapores más producidos por la combustión son en general más pesados que el aire, se evacuarán dichos gases utilizando extractores.

13.2. Productos inflamables

Los recipientes de transporte de combustibles llevarán una etiqueta de “PELIGRO PRODUCTO INFLAMABLE” bien visible, en prevención de los riesgos de incendio o de explosión.

Junto a la puerta del almacén de productos inflamables se instalará un extintor de polvo químico seco.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Sobre la puerta del almacén de productos inflamables se adherirán las siguientes señales: “peligro de incendio” y “prohibido fumar”.

13.3. Equipos de protección contra incendios

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo o predominantemente rojos, de forma que se puedan identificar fácilmente por su color propio.

El emplazamiento de los equipos de protección contra incendios se señalizará mediante el color rojo o por una señal de panel. Cuando sea necesario, las vías de acceso a los equipos se mostrarán mediante las señales indicativas adicionales correspondientes.

14. PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y EMERGENCIA

14.1. Situaciones de emergencia

En caso de accidente, enfermedad laboral, incidente o siniestro de cualquier tipo, los operarios seguirán las medidas de emergencia contempladas en el Plan de Seguridad y Salud que elaborará el contratista. Para ello se citan aquí unos mínimos a cumplir que posteriormente serán adaptados al procedimiento de actuación en caso de emergencia de la contrata.

Cada situación de emergencia es un caso particular y el éxito en la resolución de la misma va a depender en gran parte de la actuación de las personas afectadas durante los primeros instantes de la emergencia. La formación y preparación periódica sobre emergencias del personal que realiza las operaciones puede contribuir a afrontar dichas situaciones de la manera más adecuada posible.

En toda situación de emergencia prima la seguridad de las personas afectadas.

14.1.1. Actuación en caso de incendio

Antes del comienzo de cualquier operación se deberá cumplir como requisitos:

- Todos los trabajadores, deben estar capacitados en forma teórica y práctica en el manejo de extintores.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- La cantidad y el tipo de extintores de incendios deben ser adecuados a los materiales y equipos existentes en la máquina.
- Todos los extintores deben estar señalizados y ubicados en lugares de fácil acceso.

En caso de producirse un incendio considerar la posibilidad de combatirlo siempre sin comprometer la seguridad de las personas. Debe tenerse en cuenta la magnitud del incendio y los medios de que se disponen. Los extintores portátiles disponibles resultan efectivos únicamente en una fase inicial del incendio. Una vez que un incendio ha adquirido unas dimensiones considerables debe desestimarse su uso.

Durante las diferentes operaciones de montaje se pueden originar fuentes de ignición por el uso de las diferentes herramientas, materiales o componentes empleados. Antes del inicio de las operaciones siempre se deberá disponer en lugar accesible y visible a la zona de trabajo de extintores CO2 adecuados para fuegos de origen eléctrico o polvo para fuegos de clase ABC.

Recordar que un extintor de CO2 SIEMPRE deberá usarse un zonas suficientemente ventiladas.

14.1.2. Primeros auxilios. Actuaciones en caso de accidente.

Tipos de accidentes contemplados

- Las heridas y pequeños cortes en la piel.
- La presencia de cuerpos extraños en ojos, oídos, nariz y piel.
- Lesiones en los huesos y en las articulaciones.
- Las quemaduras.
- Los accidentes producidos por la electricidad.
- La reanimación cardiopulmonar.
- Insolación
- Riesgo externo natural o social
- Riesgo con especies presentes en la zona

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

a) Situación

Debido a la situación de la obra, se deberá garantizar en todo momento la comunicación con los servicios de emergencia. El plan de seguridad y salud detallará la forma de comunicación adoptada.

PROTEGER

- Proteger al herido eliminando la causa del accidente.
- No exponerse al riesgo por atender al herido.
- Hacer que otras personas no se expongan al riesgo.

AVISAR

Dar aviso al 112.

Indicando:

- Identificación del que llama.
- Indicar ubicación y acceso a la obra.
- Causa del accidente y número de heridos.
- Posición del herido.
- Estado del herido: si está consciente, si respira, si tiene pulso.

SOCORRER

Solamente se socorrerá a una persona en la medida de las posibilidades y conocimientos que se tengan. Si no se sabe qué hacer, lo mejor es esperar a que llegue la ayuda, habremos hecho mucho con PROTEGER Y AVISAR.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Empresa: FORESTALIA RENOVABLES S.L.

Dirección: Calle Ortega y Gasset, 20, 2º. 28006 – Madrid

Dirección de la obra:

Polígono 7 Parcela 69. Barranco del Lobo. Azuara (ZARAGOZA)

Los trabajos se realizarán en el término municipal de Azuara, en la provincia de Zaragoza.

Coordenadas UTM (incluir Datum)

X: 676362.59

Y: 4575288.80

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Centro asistencial más cercano:

Centro Salud Belchite

Dirección:

C. Portal de la Villa, 3, 50130 Belchite, Zaragoza

Teléfono: 976830550



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Hospital:

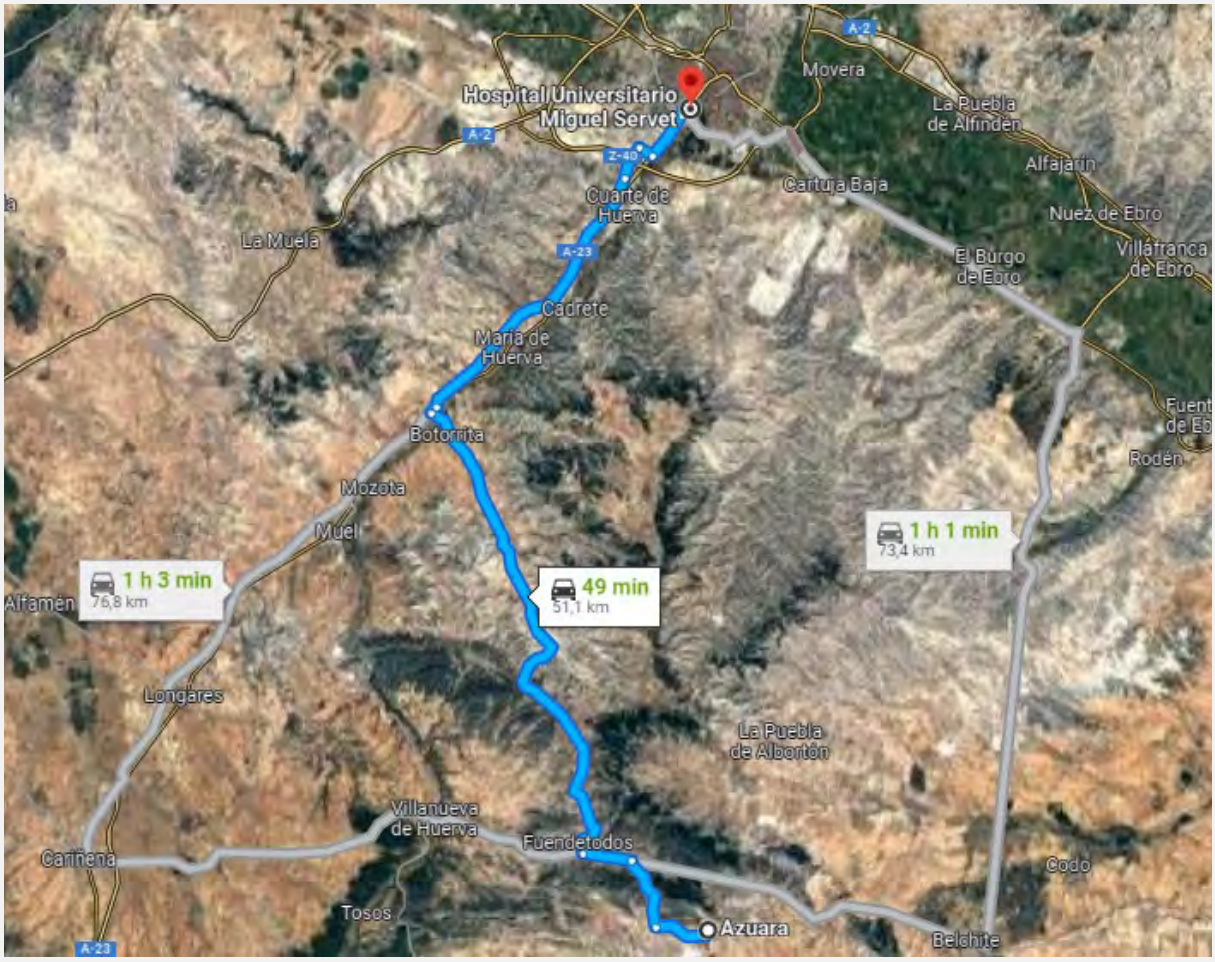
Hospital Universitario Miguel Servet

Dirección:

P.º de Isabel la Católica, 1-3, 50009 Zaragoza

Teléfono:

976765500



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

14.2. Personal de emergencia.

En conformidad a lo establecido en el artículo 20 de la Ley 31/1995, medidas de emergencia, en la ejecución de una obra de construcción. Previo al comienzo de la obra el personal estará formado en primeros auxilios e incendios.

Se contará con personal nombrado para actuar y coordinar estos casos de emergencia:

Jefe de Emergencia

Suplente del Jefe de Emergencia

Jefe de Intervención

Suplente del Jefe de Intervención:

Recurso Preventivo o Encargado del trabajo: XXXXXXX

Equipo de Intervención:

Supervisor de Montaje

Encargado de Montaje

Encargado de Obra Civil

14.3. Botiquines

Se instalarán en armarios metálicos con la indicación de BOTIQUÍN, manteniéndose en todo momento en lugar visible y con calidad de limpieza y asepsia propia del caso.

Cada vehículo deberá llevar botiquín a bordo.

Os botiquines se revisarán mensualmente y se repondrán de inmediato los elementos usados.

Cada botiquín contendrá como mínimo:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- 1 frasco de agua oxigenada.
- 1 frasco de alcohol de 96º.
- 1 frasco de tintura de yodo.
- 1 frasco de amoniaco.
- 1 paquete de Algodón hidrófilo esteril.
- Gasas estériles (Iinitul).
- Apósitos adhesivos (tiritas).
- Vendas.
- Esparadrapo.
- 1 tubo de crema para quemaduras.
- 1 bolsa de goma para agua y hielo.
- Guantes esterilizados desechables.
- Termómetro.
- Tijeras.
- Pinzas.
- Agua potable.
- Manta isotérmica.

14.4. Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores, para garantizar su potabilidad si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

15. CONSIDERACIONES FINALES

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Contratista adjudicatario, quedará obligado a realizar un Plan de Seguridad y Salud en el que analice, desarrolle y complete, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el estudio citado.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser presentado, antes del inicio de la obra, a la aprobación expresa de la Dirección Facultativa. Una copia de dicho plan, a efectos de su conocimiento y seguimiento, será entregada al Comité de Seguridad e Higiene y, en su defecto, a los representantes de los trabajadores del centro de trabajo. De igual forma, una copia del mismo se entregará al vigilante de seguridad de la obra.

En cada centro de trabajo de las obras, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad, existirá un libro de incidencias habilitado al efecto y facilitado por el Colegio Profesional que vise el proyecto de ejecución de la obra. Dicho libro constará de hojas cuadruplicadas, destinada cada una de sus copias para entrega y conocimiento de la Inspección de Trabajo, de la Dirección Facultativa, del Contratista adjudicatario y del Comité de Seguridad e Higiene. Las anotaciones en dicho libro estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.

El R.D. 1.109/2007, de 24 de agosto, que desarrolla la L. 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción, publicado en el B.O.E. del día 25 del mismo mes y que ha entrado en vigor el día siguiente, modifica en su Disposición Final Tercera el apartado 4 del artº. 13 (Libro de Incidencias) del R.D. 1.627/1997, que ha quedado redactado en los siguientes términos:

“4. Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho Libro por las personas facultadas para ello, así como el supuesto a que se refiere el artículo siguiente, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación”.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLIEGO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. DISPOSICIONES GENERALES Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

1.1.Normas legales y reglamentarias aplicadas

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

1.1.1.Normativa legal básica

Esta normativa se debe de analizar desde tres ámbitos perfectamente diferenciados como son:

1.1.1.1. Aplicables a todas las Empresas

Las de tipo general:

- Constitución Española.
- Código Civil.
- Código Penal.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, etc.

Las aplicables según las tareas a ejecutar o desarrollar, tales como:

- Aparatos a presión.
- Máquinas.
- Equipos de trabajo.
- Señalización.
- Electricidad.
- Aparatos elevadores.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Lugares de trabajo, etc.

1.1.1.2. Aplicables a las empresas de construcción

Aplicables a las instalaciones propias, en las que deben encuadrarse las oficinas, almacenes, talleres, equipos de trabajo, medios auxiliares, métodos, procedimientos y procesos de trabajo, etc.

Aplicables a los centros de trabajo temporal, a las obras, etc.

Dentro de este ámbito cabe destacar:

- R.D. 1627/97 de 24 de octubre (B.O.E. Nº 256, de 25 de octubre) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y actualizado el 23/3/2010.
- Convenio General del Sector de la Construcción 2007-2011.

1.1.2. Normativa general

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riestos laborales.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y modificación posterior R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- RD. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que desarrolla la Ley 32/2006.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, y actualizado el 23/3/2010 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- REAL DECRETO 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, y actualizado el 23/3/2010, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- R.D. 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad social como servicio de prevención ajeno.
- ORDEN TAS/1974/2005, de 15 de junio, por la que se crea el Consejo Tripartito para el seguimiento de las actividades a desarrollar por las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en materia de riesgos laborales en el ámbito de la Seguridad Social.
- ORDEN TAS/2383/2006, de 14 de julio, por la que se modifica la Orden TAS/1974/2005, de 15 de junio, por la que se crea el Consejo Tripartito para el seguimiento de las actividades a desarrollar por las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Seguridad Social.
- ORDEN TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.
- RESOLUCIÓN de 29 de diciembre de 2006, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se establecen los criterios a seguir para la incorporación de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social al Sistema de Información Contable de la Seguridad Social.
- RESOLUCIÓN de 2 de abril de 2007, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se determinan las actividades preventivas a realizar por las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social durante el año 2007, en desarrollo de la Orden TAS/3623/2006, de 28 de

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado.
- Instrucción Nº 1098 de 26 de Febrero de 1996 por la que se dictan normas para la aplicación en la Administración del Estado de la Ley 31/1995 de 8 noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Res. de 23 de Julio de 1998, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros de 10 de julio de 1998, por el que se aprueba el Acuerdo Administración-Sindicatos de adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la Administración General del Estado.
- R.D. 707/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado.
- R.D. 464/2003, de 25 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 707/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado.
- R.D. 1932/1998, de 11 de septiembre, de adaptación a los capítulos III y V de la L. 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, al ámbito de los centros y establecimientos militares.
- O. de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.R.D.- L. 1/1986, de 14 de marzo, de medidas urgentes administrativas, financieras, fiscales, y laborales (selección de artículos).
- NTP 45, Plan de emergencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Orden TAS/2926/2002 sobre accidentes de trabajo.
- Ley 54/2003, de 12 de noviembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Art. 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riestgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/97, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- NTP-278 para trabajos en zanjas.
- R.D. 837/2003 y R.D.836/2003 para utilización de aparatos de elevación.

1.1.3. Estatuto de los trabajadores

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 11/1994 de 19 de marzo de 1994, por la que se modifican determinados artículos del Estatuto de los Trabajadores y del texto articulado de la Ley de Procedimiento Laboral y de la Ley sobre infracciones y sanciones en el orden social (B.O.E. Nº 122 de 23 de Mayo de 1994).

1.1.4. Accidentes graves

- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE.

1.1.5. Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas

- D. 2414/1961, de 30 de noviembre, que aprueba el Reglamento sobre industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Orden PRE/473/2004, de 25 de febrero, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (éter de pentabromodifenilo, éter de octabromodifenilo)

1.1.6. Incendios

- Real Decreto-ley 11/2005, de 22 de Julio, por el que se aprueban medidas urgentes en materia de incendios forestales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Reglamento para la prevención de incendios en establecimientos industriales.
- NTP 600: Incendios

1.1.7. Contaminantes biológicos

- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- O. de 25 de Marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)
- Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.
- Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2020 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (versión refundida).

1.1.8. Contaminantes físicos

1.1.8.1. Ruido

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Convenio 148 de la OIT, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.
- RD 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) (decimoséptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).

1.1.8.2. Vibraciones

- Convenio 148 de la OIT, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.
- REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones) (decimosexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) - Declaración conjunta del Parlamento Europeo y del Consejo

1.1.8.3. Radiaciones no ionizantes

- R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Incluidas las Correcciones de errores de 16 y 18 de abril de 2002.
- O. CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- R.D. 1002/2002, de 27 de septiembre, por el que se regula la venta y utilización de aparatos de bronceado mediante radiaciones ultravioletas.
- Directiva (UE) 2015/1535 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de septiembre de 2015, por la que se establece un procedimiento de información en materia de reglamentaciones técnicas y de reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información.

1.1.8.4. Radiaciones ionizantes

- Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- Convenio 115 de la OIT, relativo a la protección de los trabajadores contra las radiaciones ionizantes.
- Res. de 16 de Julio de 1997, que constituye el Registro de Empresas Externas regulado en el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- Directiva 2013/59/Euratom del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom y 2003/122/Euratom.
- Instrucción de 31 de mayo de 2001, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-01 por la que se define el formato y contenido del documento individual de seguimiento radiológico (carné radiológico) regulado en el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre.
- Real Decreto 601/2019, de 18 de octubre, sobre justificación y optimización del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas.
- Instrucción de 6 de noviembre de 2002, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-03, sobre calificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Instrucción número IS-06, de 9 de abril de 2003, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se definen los programas de formación en materia de protección radiológica básico y específico regulados en el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- REAL DECRETO 229/2006, de 24 de febrero, sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas.
- Reglamento (Euratom) nº 1493/93 del Consejo, de 8 de junio de 1993, relativo a los traslados de sustancias radiactivas entre los Estados miembros

1.1.9. Contaminantes químicos

- Directiva 2000/39/CE de la Comisión, de 8 de junio de 2000, por la que se establece una primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

1.1.9.1. Cloruro de vinilo

- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.

1.1.9.2. Agentes cancerígenos

- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo (Sexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Modificado por:

- R. D. 1124/2000, de 16 de Junio, por el que se modifica el REAL DECRETO 665/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerigenos durante el trabajo.
- R.D. 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- Convenio 136 de la OIT, relativo a la protección contra los riesgos de intoxicación por el benceno.
- Directiva 88/364/CEE, de 9 de junio de 1989, recoge la protección de los trabajadores mediante la prohibición, por sus riesgos cancerígenos, de determinados agentes específicos y/o determinadas actividades.

1.1.9.3. Amianto

- Convenio 162 de la OIT, sobre utilización del asbesto en condiciones de seguridad.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Directiva 2009/148/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.
- Directiva 87/217/CEE del Consejo de 19 de marzo de 1987 sobre la prevención y la reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- R.D. 108/1991 de 1 de febrero de 1991 sobre Prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.
- Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CEORDEN DE 7 DE DICIEMBRE DE 2001, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

1.1.10. Manipulación manual de cargas

- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgo, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

1.1.11. Construcción

- Convenio 62 de la OIT, relativo a las prescripciones de seguridad en la industria de la edificación.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, y actualizado el 23/3/2010 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Complementado por:

- Resolución de 8 de Abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa Art. 18 del REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, y actualizado el 23/3/2010 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Modificado por:
- REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, actualizado el 23/3/2010 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Directiva 92/57/CEE, de 24 de junio, establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación.
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Directiva 2005/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales.
- Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.
- Directiva (UE) 2015/1535 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de septiembre de 2015, por la que se establece un procedimiento de información en materia de reglamentaciones técnicas y de reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información.
- Ley 32/2006 DE 18 DE Octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/07 que regula la Ley reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

1.1.12. Electricidad

- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- NTP-222 sobre Alta tensión.
- RD 842/2002. Reglamento de Baja Tensión

1.1.13. Empresas de trabajo temporal

- R.D. 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

1.1.14. Equipos de trabajo

- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Directiva 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).

- Modificados por:

- R.D. 2177/2004 de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.Modificados por:

1.1.15. Lugares de trabajo

- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Directiva 89/654/CEE, de 30 de noviembre de 1989, establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo.

1.1.16. Máquinas

- Convenio 119 de la OIT, relativo a la protección de la maquinaria.

- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).

- Directiva del Consejo 93/68/CEE, de 22 de julio (DOCE número L220/1, de 30 de agosto de 1993), modificó, a su vez, varias Directivas, entre ellas la Directiva 89/392/CEE.

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.1.17. Menores

- D. de 26 de julio de 1957, por el que se fijan los trabajos prohibidos a mujeres y a menores.

1.1.18. Pantallas de visualización

- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyan pantallas de visualización.

1.1.19. Equipos de protección individual

- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- O. de 20 de Febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Res. de 25 de Abril de 1996, de La Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, por la que se publica, a título informativo, información complementaria establecida por el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Directiva 93/68/CEE, por la que se modifican determinados preceptos del contenido de doce Directivas, entre las que se encuentran la Directiva 89/68/CEE
- Directiva 93/95/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas por la que se establece la adecuación del período transitorio.
- Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Directiva 89/656/CEE fija las disposiciones mínimas de seguridad, y salud que garanticen una protección adecuada del trabajador en la utilización de los equipos de protección individual en el trabajo.

1.1.20. Señalización

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Directiva 92/58/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- O.M. 31-8-87 por el que se aprueba la Norma de Carreteras 8.3-IC "Señalización de obras".

1.1.21. Otros convenios

Referencia de los Convenios de la O.I.T. más significativos, como pueden ser:

- Convenio Nº 155 de la O.I.T., de 22 de junio de 1981, relativo a la Seguridad y Salud de los trabajadores, ratificado por nuestro país el 26 de julio de 1985.
- Convenio Nº 127 de la OIT, Jefatura del Estado, relativo al peso máximo de carga transportada por un trabajador (BOE 15-10-70). Ratificado por España por Instrumento de 06-03-69.

Demás provisiones oficiales relativas a la Seguridad, Salud, Higiene y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.

1.1.22. Normas referentes a personal en obra

1.1.22.1. Normas generales

En cada grupo o equipo de trabajo, el Contratista deberá asegurar la presencia constante de un encargado o capataz, responsable de la aplicación de las presentes normas y del Plan de Seguridad y Salud (PSS) aprobado en su conjunto.

El encargado o capataz deberá estar provisto siempre de una copia de tales normas y PSS, así como de todas las autorizaciones escritas eventuales recibidas del Ingeniero Director.

No se autoriza el alejamiento del encargado o capataz, el cual deberá hallarse en todo momento con el grupo de trabajo, a disposición de la Policía de Tráfico y de los empleados de la Dirección de la Obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los operarios afectos a las obras deberán llevar, una chaqueta de color bien perceptible a distancia por los usuarios (de alta visibilidad). Dicha chaqueta deberá estar provista de tiras de tejido reflectante de la luz blanca.

Cualquier operación de entrada o salida de personas, carga o descarga de materiales, apertura de portezuelas, volcado de cajas basculantes, etc., deberá realizarse exclusivamente en el interior de la demarcación de la zona de trabajo, evitando toda posible ocupación de terrenos fuera del recinto de obra.

A la salida del recinto de obra tendrán siempre `preferencia los vehículos que circulen por viario público, por lo que abra una señal de stop en cada salida del recinto de obra. Si los vehículos no dispusieran de suficiente visibilidad o presentaran dificultades para entrar o salir del recinto de obra por su lentitud de maniobras, se les asistirá por uno o varios señalistas provistos de señal manual o paleta de “stop y adelante” que le facilite la salida al viario público interfiriendo lo mínimo posible en el tráfico externo.

Se regula la velocidad máxima de circulación por el recinto de obra a 20 km por hora.

Está prohibido realizar, en cualquier punto de la carretera, la maniobra de retroceso, si no es en el interior de las zonas de trabajo debidamente delimitadas. Cuando tal maniobra se hiciese necesaria por causa de las obras, deberá realizarse exclusivamente en el arcén y con la ayuda de un hombre provisto de una bandera roja si es de día o de una lámpara roja si es de noche o en condiciones de escasa visibilidad, que señale anticipadamente la maniobra de los vehículos que se acerquen.

Todas las señalizaciones manuales citadas en los párrafos anteriores, deberán realizarse a una distancia de, por lo menos, cien metros (100 m) de la zona en que se realiza la maniobra. Además, debe colocarse un hombre con una bandera roja en todos los puntos donde puedan surgir conflictos entre los vehículos que circulen por la parte de la calzada libre al tráfico y el equipo de construcción.

Ningún vehículo, instrumento o material perteneciente o utilizado por el Contratista, deberá dejarse en la calzada durante la suspensión de las obras.

Cuando, por exigencias del trabajo, se hiciera necesario mantener el bloqueo total o parcial de la calzada también durante la suspensión de las obras, de día o de noche, todos los medios de trabajo y los materiales deberán agruparse en el arcén, lo más lejos posible de la barreta delantera.

En tal caso, además, el Contratista queda obligado a efectuar un servicio de guardia, a base de personal completamente capaz y con facultades para realizar con la mayor diligencia y precisión las misiones encomendadas.

Tal personal se encargará de:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Controlar constantemente la posición de las señales, realizando su debida colocación en posición cuando las mismas resulten abatidas o desplazadas por la acción del viento o de los vehículos circulantes.
- En caso de accidente, recoger los datos relativos al tipo de vehículo y a su documentación, así como, si es posible, los del conductor.

1.1.23. Normas de señalización

1.1.23.1. Señalización general de seguridad y salud en obra

La señalización de seguridad y salud en el trabajo de esta obra debe ajustarse a lo prescrito en el R.D. 485/1997.

La señalización de seguridad y salud cumplirá las siguientes funciones:

- Llamar la atención sobre la existencia de algún riesgo, prohibición u obligación.
- Alertar de situaciones de emergencia que requieran medidas de protección o evacuación.
- Facilitar la identificación de medidas de protección, evacuación, emergencia, etc.
- Servir de orientación y guía en la ejecución de maniobras peligrosas.

La existencia de señalización no dispensa del empleo de las medidas de protección individuales o colectivas, sino que, en muchos casos, remarca la necesidad de su empleo. Tampoco exime al Contratista de la obligación de informar y formar a los trabajadores en materia de seguridad y salud.

Así mismo, el Contratista está obligado a proporcionar formación a los trabajadores sobre el empleo de la señalización, especialmente en el caso de las señales verbales y gestuales y en los comportamientos a adoptar en función de la señalización.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista cuidará de la perfecta conservación de las señales, cintas de balizamiento, vallas, conos, etc. de tal forma que se mantenga siempre en perfecta apariencia y no parezcan algo de carácter provisional. Todo elemento de señalización deteriorado o sucio deberá ser reparado, lavado o sustituido.

Las señales, tipo, emplazamiento y número se elegirán en cada caso de manera que resulten lo más eficaces posibles. La eficacia de la señalización no debe verse disminuida por el empleo de excesivo número de elementos de señalización o por la existencia de circunstancias que dificulten su percepción o comprensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En caso de que los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan sus capacidades de percepción visual o auditiva disminuidas, incluido el caso de que sea debido al empleo de EPI's, deberán adoptarse las medidas suplementarias o de sustitución necesarias.

La señalización de un determinado riesgo o situación de emergencia debe persistir mientras lo haga la situación que lo motiva.

1.1.23.2. Señalización de riesgos en el trabajo

La señalización de seguridad y salud en el trabajo de esta obra debe ajustarse a lo prescrito en el R.D. 485/1997. Desarrolla los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la ley 31 de 8 de noviembre de 1.995 de Prevención de Riesgos Laborales (modificada por la Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales).

1.1.23.3. Señalización vial

Las vías de circulación, en el recinto de obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa.

Esta señalización cumplirá el nuevo Código de Circulación y con el contenido de la "Norma de Carreteras 8.3-IC, señalización, balizamiento, defensas, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado" promulgada por el "MOPU".

El objetivo de la señalización vial es doble, es decir, pretende proteger a los conductores de la vía respecto del riesgo a terceros por la existencia de obras, que es totalmente ajeno a los objetivos de un estudio de seguridad y salud, y además, proteger a los trabajadores de la obra de los accidentes causados por la irrupción, por lo general violenta, de los vehículos en el interior de la obra.

Este apartado en consecuencia de lo escrito, tiene por objeto resolver exclusivamente el riesgo en el trabajo de los trabajadores por irrupción de vehículos en la obra.

1.1.23.4. Personal auxiliar de los maquinistas para señalización

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás.

Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.1.23.5. Iluminación artificial

En las zonas de trabajo o momentos del día que carezcan de iluminación natural, ésta sea insuficiente o se proyecten sombras que dificulten las operaciones laborales o la circulación se empleará iluminación artificial.

Las intensidades mínimas de iluminación artificial, según los distintos trabajos, serán:

- Patios, galerías y lugares de paso----------20 lux
- Zonas de carga y descarga----------50 lux
- Almacenes, depósitos, vestuarios y aseos-------100 lux
- Trabajos con máquinas----------200 lux
- Zonas de oficinas----------300 a 500 lux

1.1.24. Normas y condiciones técnicas para el tratamiento de residuos

Durante la ejecución de la obra la empresa identificará, en colaboración con subcontratistas y trabajadores autónomos, en los análisis de riesgos sobre la marcha del Plan de Seguridad y Salud, los riesgos derivados de la evacuación de los residuos corrientes de la construcción, escombros.

Escombro derramado. Se evacuará mediante apilado con cargadora de media capacidad, con carga posterior a camión de transporte a vertedero.

Escombro sobre camión de transporte a vertedero. Se cubrirá con lonas contra los derrames y polvo.

1.1.25. Normas y condiciones técnicas para el tratamiento de materiales y sustancias peligrosas

Si se descubriesen materiales peligrosos inesperados, las empresas informarán al personal designado para la prevención de riesgos laborales, que procederá según la legislación vigente específica para cada material peligroso identificado.

1.1.26. Especificaciones Técnicas

1.1.26.1. Escaleras de mano

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- UNE-EN 131-1:2007. Escaleras. Parte 3: Información destinada al usuario.
- UNE-EN 131-2:2010+A1:2012 Escaleras. Parte 2: Requisitos, ensayos y marcado. CTN: AEN/CTN 81/SC 2 - Medios de protección colectiva en el trabajo.
- UNE-EN 131-3:2007. Escaleras. Parte 3: Información destinada al usuario. CTN: AEN/CTN 81/SC 2 - Medios de protección colectiva en el trabajo.
- UNE-EN 131-4:2007. Escaleras. Parte 4: Escaleras articuladas con bisagras simples o múltiples. CTN: AEN/CTN 81/SC 2 - Medios de protección colectiva en el trabajo
- UNE-EN 131-6:2015 Escaleras. Parte 6: Escaleras telescópicas. CTN: AEN/CTN 81/SC 2 - Medios de protección colectiva en el trabajo.
- UNE-EN 131-7:2013 Escaleras. Parte 7: Escaleras móviles con plataforma. CTN: AEN/CTN 81/SC 2 - Medios de protección colectiva en el trabajo.

1.1.26.2. Torres de acceso

- UNE-EN 1004:2006. Torres de acceso y torres de trabajo móviles construidas con elementos prefabricados. Materiales, dimensiones, cargas de diseño y requisitos de seguridad y comportamiento. CTN: AEN/CTN 180 - Equipamiento para trabajos temporales en obra - Andamios.
- UNE-EN 12810-1:2005. Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 1: Especificaciones de los productos. CTN: AEN/CTN 180 - Equipamiento para trabajos temporales en obra.
- UNE-EN 12810-2:2005 Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 2: Métodos particulares de diseño estructural. CTN: AEN/CTN 180 - Equipamiento para trabajos temporales en obra.

1.1.26.3. Sistemas de protección individual.

Sistemas de líneas de vida.

- UNE-EN 360:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura.
- Dispositivos anticaídas retráctiles. CTN: AEN/CTN 81/SC 1 - PROTECCIÓN INDIVIDUAL
- UNE-EN 361:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas. CTN: AEN/CTN 81/SC 1 - PROTECCIÓN INDIVIDUAL
- UNE-EN 362:2005 Equipos de protección individual contra caídas de altura.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Conectores. CTN: AEN/CTN 81/SC 1 - Protección individual
- UNE-EN 363:2009 Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas. CTN: AEN/CTN 81/SC 1 - Protección individual
- EN 795:2012 Personal fall protection equipment - Anchor devices. CTN: AEN/CTN 81/SC 1 - Protección individual
- UNE-EN 353-1:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1:

Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida. CTN: AEN / CTN

- 81/SC 1 - Protección individual
- EN 353-1:2014. Personal fall protection equipment - Guided type fall arresters including an anchor line - Part 1: Guided type fall arresters including a rigid anchor line.
- CTN: AEN/CTN 81/SC 1 - Protección individual-
- UNE-EN 353-2:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible. CTN:

- AEN/CTN 81/SC 1 - Protección individual

1.1.26.4. Sistemas de protección colectiva:

Sistema provisional de protección de borde.

UNE-EN 13374:2013 Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto. Métodos de ensayo. CTN: AEN/CTN 81/SC 2 - Medios de protección colectiva en el trabajo.

Redes de seguridad.

UNE-EN 1263-1:2004 Redes de seguridad. Parte 1: Requisitos de seguridad, métodos de ensayo. CTN: AEN/CTN 81/SC 2 - Medios de protección colectiva en el trabajo.

UNE-EN 1263-2:2004 Redes de seguridad. Parte 2: Requisitos de seguridad para los límites de instalación. CTN: AEN/CTN 81/SC 2 - Medios de protección colectiva en el trabajo.

Sistema de protección de borde definitivos.

UNE 85237:1991. Barandillas. Definiciones, terminología, condiciones generales de seguridad.

Guardacuerpos

UNE-EN ISO 14122-3:2002. Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 3: Escaleras, escalas de peldaños y guardacuerpos. (ISO 14122-3:2001).

1.2. Funciones de las partes implicadas

1.2.1. Promotor

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

El Promotor designará un Coordinador de Seguridad y Salud durante la elaboración del proyecto de obra cuando en la elaboración del mismo intervengan varios proyectistas, más de una empresa, una empresa y trabajadores autónomos o varios trabajadores

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

autónomos. La designación del Coordinador de Seguridad y Salud no exime el Promotor de sus responsabilidades.

La inclusión en el proyecto de ejecución de obra del Estudio de Seguridad y Salud (ESS) será requisito necesario para el visado de aquél en el colegio profesional correspondiente, así como para la expedición de la licencia municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las Administraciones Públicas.

El Promotor tiene, además, como funciones:

- Designar a la Dirección Facultativa.
- Ordenar la elaboración del estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud, según los casos, asegurándose de que esto incluye la información relevante para posterior adaptación del PSS (Ej. riesgos propios del emplazamiento, Plan de Emergencia y Evacuación, coordinación de actividades con empresas concurrentes, etc.).
- Comunicar el cierre de la obra y el paso a explotación mediante el registro en anexo XII del capítulo 5 del presente Plan.

1.2.2. Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa es el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra, asumiendo la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

La Dirección Facultativa considerará el Estudio de Seguridad y Salud como parte integrante de la ejecución de la obra, correspondiéndole el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias

Caso no sea necesaria la designación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, as funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

1.2.3. Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra es el técnico competente integrado en la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas a continuación mencionadas:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Coordinará la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:
  - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
  - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinará las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Aprobará el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones contenidas en el mismo.
- Organizará la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

1.2.4. Contratista

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El Contratista o Subcontratista tiene como funciones:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre - Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que refiere a su seguridad y salud.
- Formar e informar sobre el contenido del Plan de Seguridad y Salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad y Salud de la contrata principal.
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador de Seguridad y Salud y / o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra.
- Colaborar con el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.
- Nombrar a un trabajador propio o un trabajador del servicio de prevención ajeno que actúe como Recurso Preventivo de acuerdo a lo establecido en la Ley 54/2003 del 12 de Diciembre.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador a de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades del Coordinador de Seguridad y Salud, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- El Contratista Principal tiene, además, como función, elaborar y presentar el Plan de Seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.2.5. Estructura del Contratista Principal

1.2.5.1. Director de Proyecto

El Director de Proyecto tiene como funciones:

- Trasladar al Servicio de Prevención Mancomunado de FORESTALIA el Estudio de Seguridad y Salud que forma parte del proyecto de ejecución de la obra, para la elaboración del Plan de Seguridad y Salud que regule las medidas de seguridad a cumplir durante la construcción del parque fotovoltaico.
- Solicitar a la empresa con suficiente antelación los recursos necesarios en base al volumen y ritmo de la obra para garantizar un control adecuado.
- Aceptar las Medidas Preventivas derivadas de la valoración específica de riesgos hecha por los técnicos de prevención asignados, y recogidas en los Planes de Seguridad y Salud elaborados para la Construcción de los parques fotovoltaicos a su cargo, comprometiéndose a ejecutarlas en su totalidad y a comunicar cualquier eventual alteración del método de trabajo en base al cual han sido emitidas dichas medidas, así como a comunicar previo al inicio de los trabajos, cualquier nueva actividad no contemplada en el referido PSS.
- Tramitar el Plan de Seguridad y Salud elaborado específicamente para el parque a su cargo previo al inicio del montaje acorde al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Exigir a las empresas contratadas por FORESTALIA para el desempeño de la actividad y que desarrollan la misma en el parque fotovoltaico a su cargo, la documentación que acredite el cumplimiento de la legislación aplicable en materia de prevención, y regulada por el Reglamento de Coordinación de Actividade (RCA).
- Exigir el cumplimiento de la legislación, prácticas, planes, programas y procedimientos de seguridad ejerciendo el liderazgo en materia de prevención entre el personal propio y contratado a su cargo.
- Supervisar el cumplimiento de la ley de Subcontratación (Ley 32/2006 de 18 de octubre) para garantizar se respetan los niveles de contratación en el proyecto a su cargo, asegurando vienen recogidas las empresas que forman parte de la obra en el Libro de Subcontratación (ver apartado 2.8 del presente capítulo).
- Intermediar con la propiedad de manera que se garantice una coordinación adecuada entre FORESTALIA, las empresas que pudieran estar contratadas por ésta, y terceras empresas al margen de la responsabilidad de FORESTALIA y / o de la Propiedad que pudieran concurrir en el centro de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Elaborar la planificación detallada de los trabajos a ejecutar por FORESTALIA, actualizándola en función de la evolución de los trabajos, y cotejándola con el resto de las planificaciones de empresa concurrentes para identificar la necesidad de coordinación entre ambas.

- Planificar en base a los recursos que FORESTALIA ponga a su disposición, el seguimiento suficiente del trabajo que desarrolle el personal a su cargo de manera que se garantice el cumplimiento tanto de los procedimientos y normativas de FORESTALIA, como de las medidas de seguridad establecidas en el Plan de Seguridad y Salud.

- Coordinar con el departamento de Servicios el traspaso de la cesión de responsabilidad en un parque fotovoltaico una vez haya finalizado su actividad de acuerdo al apartado 2.11 Gestión de Cierre de Obra.

- Archivar y conservar durante cinco años la documentación de seguridad de las empresas y contratas participantes en cada uno de los proyectos a su cargo.

- No permitir el inicio o continuidad de los trabajos en caso de no poder garantizarse la suficiencia de los recursos procedimentados (cumpliendo los procedimientos y normativas de FORESTALIA así como las medidas de seguridad recogidas en el Plan de Seguridad y Salud), o que el emplazamiento no reúna las condiciones mínimas establecidas por FORESTALIA.

1.2.5.2. Supervisor de Montaje

El Supervisor de Montaje tiene como funciones:

- Colaborar con los Recursos Preventivos o encargarse directamente (caso de estar designado para esta función) de controlar, verificar y vigilar el cumplimiento de los Planes de Seguridad y Salud por parte del personal propio y contratado, durante las actividades desarrolladas por dicho personal en el parque bajo su supervisión.

- Reportar al Director de Proyecto la evolución de los trabajos en parque para mantener actualizada la planificación de los mismos.

- Auxiliar al Director de Proyecto en la definición de los medios de coordinación necesarios en función del estado de los trabajos.

- Coordinar de las actividades de las distintas empresas concurrentes en el parque bajo su supervisión, garantizando el buen hacer entre ellas.

1.2.5.3. Tecnico de prevención

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se entenderá como “Técnico de prevención” a la persona designada por su propia empresa, responsable de liderar la prevención y supervisar el cumplimiento de las medidas preventivas durante las operaciones en la planta fotovoltaica que por su riesgo así lo requieran, y que cuenta con los conocimientos, cualificación (en base a las exigencias legislativas del país donde se desarrolle la actividad), y experiencia necesarios, que incluye una formación preventiva reglada en caso de existir.

Las acciones a realizar por el Técnico de prevención provisto por FORESTALIA. para realizar las labores de supervisión del cumplimiento de la seguridad durante los trabajos de montaje serán las siguientes:

- Colaborar en todo momento con el Director de Proyecto para velar por el buen funcionamiento del Proyecto y el cumplimiento de todos los aspectos que en materia de seguridad y salud apliquen.
- Inspeccionar las características del emplazamiento y adaptar el PSS generado para el desarrollo de la actividad en el parque a las particularidades del mismo.
- Realizar Inspecciones de Seguridad a los trabajos realizados en PE y a las condiciones generales de seguridad y salud del centro de trabajo.
- Recopilar y comprobar que la documentación de seguridad del personal bajo supervisión de FORESTALIA (propio y contratado) que va a participar en la obra, requerida mediante el procedimiento interno de FORESTALIA. para la Coordinación de Actividades (formación, aptitudes médicas, entrega de EPI´s, etc.) está correctamente presentada. Se conservará una copia de la misma no dejando participar en los trabajos al personal que previamente no la haya presentado.
- Organizar una reunión semanal de las contratas que intervienen en la obra, en la cual se realice formación / información a todos trabajadores que habitualmente participan en ella, de los riesgos que puedan entrañar las peculiaridades del montaje. Además se tratarán temas como incidentes ocurridos, acciones correctoras, etc.
- Elaborar el Plan de Acción Preventiva en PE, manteniéndolo al día y dándole seguimiento en las reuniones semanales de Seguridad y Salud en obra.
- Rellenar el “Acta de Reunión de Prevención de riesgos laborales”, reflejando en la misma lo tratado en las reuniones semanales con las contratas que intervienen en la obra.
- Estar presente en obra durante las distintas fases de construcción del parque, y comprobar que todas las contratas de FORESTALIA. cumplen con lo exigido en el Plan de Seguridad y Salud, y en la Evaluación de Riesgos para el Construcción de Parques fotovoltaicos, y en particular ha de estar presente en aquellas operaciones

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

que entrañen riesgos especiales o la necesidad de coordinación de empresas, como las manipulaciones de cargas en montaje de tramos, nacelle o rotor y deberá coordinar a los Recursos Preventivos designados por las empresas subcontratistas para garantizar que todas las operaciones con riesgo están supervisadas.

- Rellenar diariamente el Parte de Visita a Obra, reflejando en el mismo los trabajos inspeccionados (siguiendo Hoja de Ruta de Montaje) y posibles incidencias que se puedan producir, o la ausencia de las mismas en su caso.
- Vigilar el cumplimiento de las medidas preventivas establecidas para el desarrollo de los trabajos mediante la aplicación del registro de Inspección de Seguridad en Construcción. Caso de disponer de software diseñado a tal fin se utilizará éste como método de aplicación para la inspección.
- Comunicar las desviaciones detectadas mediante el registro incluido en el Reglamento de Coordinación de Actividades Se dará aviso a la contrata de la detección de la desviación y la forma correcta en la que debe proceder, dejando recogido en dicho registro esta comunicación.
- Paralizar los trabajos ante la detección de un riesgo grave e inminente para la salud de los trabajadores o de desviaciones
- Participar en la investigación de todo accidente ocurrido entre el personal propio o contratado por FORESTALIA, apoyando al Director de Proyecto en dicha investigación. Asegurarse además que cuando sea requerido, se de el aviso a la autoridad laboral, por parte de las contratas implicadas.
- Con la finalización de la semana laboral enviar al Director de Proyecto y al Coordinador H&S de Construcción de FORESTALIA toda la información elaborada y recogida.
- Ser partícipe del deseo de mejora continua de FORESTALIA, aportando las posibles mejoras que como técnicos se les pueda ocurrir tras analizar los distintos trabajos.
- Archivar en papel todos los originales de los informes semanales y los registros que lo forman, así como la documentación de seguridad del personal partícipe en los trabajos. Toda esta información deberá estar siempre disponible en parque ante una posible petición de FORESTALIA., de la Inspección de Trabajo o el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Recopilar el cálculo de los índices de siniestralidad de cada mes de las distintas contratas que intervienen en obra según la herramienta definida por FORESTALIA.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.2.5.4. Recurso preventivo

- Se entenderá como “Recurso Preventivo” a la persona designada por su propia empresa, responsable de liderar la prevención y supervisar el cumplimiento de las medidas preventivas durante las operaciones en el parque fotovoltaico que por su riesgo así lo requieran, y que cuenta con los conocimientos, cualificación (en base a las exigencias legislativas del país donde se desarrolle la actividad), y experiencia necesarios, que incluye una formación preventiva reglada en caso de existir.

- La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos será necesaria en los siguientes casos:

    - Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

    - Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

    - Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

- Los Recursos Preventivos deberán ser suficientes en número para vigilar y velar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia. Deberán, además, disponer de los medios técnicos necesarios para el desarrollo de sus funciones.

- Cuando estén presentes en PE diferentes Recursos Preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

- Con carácter general, la presencia de los Recursos Preventivos tiene como finalidad vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas en relación con los riesgos derivados de la situación que determine su necesidad para conseguir un adecuado control de dichos riesgos.

1.2.6. Estructura del Subcontratista

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.2.6.1. Jefe de Equipo

El Jefe de Equipo tiene como funciones:

- Conocer, cumplir y hacer cumplir la normativa en vigor y la legislación aplicable en su área de actividad.
- Promover y planificar acciones y procedimientos de formación, información y participación para integrar al personal a su cargo en las finalidades de prevención, garantizando la implementación de los “5 minutos de seguridad”, antes del comienzo de los trabajos, con todos los trabajadores que intervengan en la obra, en la cual se coordinan y organizan las actividades a desarrollar en ese día, así como se analizarán eventuales incidentes ocurridos en parque o otros temas de seguridad relevantes.
- Llevar a cabo las acciones correctoras y preventivas que le sean asignadas en el Plan de Acción preventiva del PE.
- Comunicar a FORESTALIA, de forma inmediata, todo incidente ocurrido durante la realización de los trabajos.
- Ante la detección de cualquier anomalía o acto inseguro que detecte en el área de actividad a su cargo, establecerá o propondrá las acciones correctoras oportunas velando por su implementación.
- Conocer la Evaluación de Riesgos de todas las fases de los trabajos y asegurarse que el personal está formado en los mismos y no existen riesgos adicionales no contemplados en la misma. En caso de detectar dichos riesgos:
  - Lo comunicará a FORESTALIA para completar el PSS;
  - Adoptará las medidas extraordinarias que considere oportunas para evitar o minimizar los riesgos para las personas, incluyendo la posible paralización de los trabajos.

Toda actividad en el emplazamiento a su cargo deberá ser impedida ante la ausencia de una Evaluación de Riesgos ó un Plan de Seguridad y Salud en la que se recojan las medidas preventivas a adoptar para dicha actividad.

- Solicitar a su empresa, y / o a FORESTALIA caso del ser responsable, con suficiente antelación los recursos necesarios en base al volumen y ritmo de los trabajos a desarrollar en el centro de trabajo bajo su responsabilidad.
- Garantizar que la ejecución de los trabajos en el área de actividad bajo su responsabilidad sea realizada de forma estandarizada, cumpliendo con los

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

procedimientos y normativas de FORESTALIA, así como con las medidas de seguridad establecidas en el Plan de Seguridad y Salud.

- Exigir el cumplimiento de la legislación, prácticas, planes, programas y procedimientos de seguridad ejerciendo el liderazgo en materia de prevención entre el personal a su cargo.
- Revisar el correcto estado de los equipos de trabajo a utilizar en la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.2.6.2. Jefe de Maniobra

El Jefe de Maniobra tiene como funciones:

- Supervisar y dirigir la maniobra.
- Conocer en su integridad el diseño de la maniobra, en caso de duda o discrepancia la deberá aclarar con el diseñador de la maniobra.
- Inspeccionar el estado de la carga, accesorios de elevación y eslingado, así como el izado correcto de la carga, y en general toda circunstancia de la maniobra.
- Comprobar que el operador de la grúa asegura el correcto estado y funcionamiento de la grúa, y lleva a cabo las responsabilidades y obligaciones que la ITC-MIE-AEM-4 le atribuye como operador de grúa.
- Previamente a la maniobra se reunirá con el personal que intervenga en la misma, gruístas, enganchadores, etc., al efecto de asegurarse de que conocen todas las circunstancias de la maniobra y sus propias responsabilidades.
- Antes de la maniobra se asegurará de que están operativos los dispositivos de comunicación (interfonos, señales, altavoces, bocinas, etc.)
- Inspeccionará, junto con el operador de grúa, el estado del terreno.

El Jefe de Maniobra deberá contar con la experiencia necesaria para el control de los trabajos a desarrollar, y estar físicamente presente de manera continua durante la maniobra, mientras desarrolle las funciones como Jefe de Maniobra. Su designación deberá ser comunicada a los gruístas y resto de trabajadores que intervengan en la operación, en reunión previa de coordinación de la maniobra.

El Jefe de Maniobra deberá conocer el idioma de las personas implicadas para transmitir la información sin problemas de comunicación.

1.2.6.3. Recurso Preventivo de la Subcontrata

Se entenderá como “Recurso Preventivo” a la persona designada por su propia empresa, responsable de supervisar y garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas durante las operaciones en la obra que por su riesgo así lo requieran, y que cuenta con los conocimientos, cualificación (en base a las exigencias legislativas del país donde se desarrolle la actividad), y experiencia necesarios, que incluye una formación preventiva reglada en caso de existir.

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos será necesaria en los siguientes casos:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Los Recursos Preventivos deberán ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia. Deberán, además, disponer de los medios técnicos necesarios para el desarrollo de sus funciones.

Cuando estén presentes en PE diferentes Recursos Preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Con carácter general, la presencia de los Recursos Preventivos tiene como finalidad vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas en relación con los riesgos derivados de la situación que determine su necesidad para conseguir un adecuado control de dichos riesgos.

Si alguna de las empresas contratadas por FORESTALIA subcontrataren a otras para dar cumplimiento al contrato con aquélla, deberán exigirles esta misma figura de Recurso Preventivo, para impulsar la seguridad y salud entre el personal de su empresa.

El Recurso Preventivo de la Subcontrata deberá cumplir con los mismos requisitos del Recurso Preventivo de la contrata y estar presente en obra durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

1.2.7. Trabajadores

Dispondrán de una adecuada formación sobre Seguridad y Salud Laboral mediante la información de los riesgos a tener en cuenta, así como sus correspondientes medidas de prevención. La información deberá ser comprensible para todos los trabajadores afectados.

Se incluyen entre sus funciones:

- Conocer y cumplir la normativa de seguridad y salud en su área de responsabilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Asistir a los cursos y actividades que organice la empresa para su formación e información en materia de Prevención.
- Realizar el trabajo de acuerdo con las instrucciones recibidas.
- Realizar propuestas de mejora de las condiciones de trabajo.
- Colaborar con el análisis de accidentes.
- Cooperar en la lucha contra cualquier emergencia que pueda presentarse.
- Notificar de inmediato a sus superiores cualquier incidente sufrido para el análisis por parte de la empresa y la definición de acciones preventivas caso de ser necesario. En el caso de accidente muy grave o mortal, entre el personal propio o contratado, trasladarlo a su superior jerárquico y caso de no localizarlo llamar por teléfono de manera inmediata al servicio de CCS para que FORESTALIA active una actuación ágil y eficaz.

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos son las siguientes:

- Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.
- Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:
  - Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, los equipos, máquinas, aparatos, herramientas, sustancias y productos químicos, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad, revisando previamente que se encuentran en buenas condiciones de uso.
  - Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas por éste.
  - No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
  - Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores.

1.2.8. Trabajadores autónomos

El trabajador autónomo es la persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato laboral, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Se incluyen entre sus funciones:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre - Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, durante la ejecución de la obra.

- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los trabajadores autónomos, previo al inicio de los trabajos deberán informar sobre los riesgos de su actividad al contratista principal y cumplir con lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud del contratista principal, tal como indica el artículo 12 del RD 1627/97.

1.3. Personal del contratista, técnico de seguridad y salud, servicios médicos

1.3.1. Sistema decidido para el control del nivel de seguridad y salud en la obra

El Contratista en su Plan de Seguridad y Salud deberá incorporar las siguientes directrices.

La organización preventiva de la obra deberá tener en cuenta las indicaciones del articulo 16 de la Ley 31/1995, redactado de acuerdo con las modificaciones introducidas por la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.

Para lograr la eficacia de las medidas previstas resulta necesario articular una serie de recursos, protocolos y procedimientos preventivos que, a su vez, deberán ser desarrollados y puestos en práctica por parte de los responsables de las empresas participantes en la obra. Al mando de esta organización preventiva se situará un Ingeniero formación especializada de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales como máximo responsable de la seguridad de la obra (técnico de seguridad). Dicho técnico deberá contar con un equipo de seguridad que se definirá de manera concreta en el plan de seguridad y salud de las obras y que deberá garantizar la eficacia y suficiencia de las medidas preventivas a implantar. Así mismo, y en las actividades de especial riesgo, el contratista deberá disponer de la presencia de recursos preventivos con las funciones y requisitos establecidos en la normativa de prevención.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El empresario contratista principal deberá articular procedimientos específicos para cumplir, con carácter mínimo, las siguientes obligaciones en el ámbito de la obra a ejecutar:

Formación de los trabajadores. Todos los trabajadores de la obra deben contar con una formación teórico-práctica suficiente y adecuada de los riesgos inherentes al puesto de trabajo o función que vaya a desarrollar cada uno, la cual debe ser impartida, dentro de la jornada o fuera de ésta pero compensando las horas invertidas, con cargo al empresario contratista. Asimismo, el citado empresario, debe asumir formalmente el compromiso de exigir la formación correspondiente a las empresas subcontratistas respecto de los trabajadores de éstas que se vayan a incorporar a la obra antes de su incorporación.

Información a los trabajadores. Los trabajadores de la obra deben ser informados de todos los riesgos que les puedan afectar, bien por ser propios de su trabajo o función, o bien por ser inherente al medio en que se van a ejecutar o ser producto de las materias primas que se van a utilizar, así como de las medidas y actividades de protección y prevención previstas para combatir unos y otros, y de las medidas de emergencia previstas en el Plan correspondiente. A la vez, se debe facilitar a los trabajadores el derecho a formular propuestas que mejoren la seguridad del tajo. Igualmente, se debe controlar que las empresas subcontratistas faciliten esta información y participación a sus trabajadores.

Coordinación de actividades empresariales e intercambio de información e instrucciones entre empresarios. Con la finalidad de controlar el cumplimiento de los principios de acción preventiva y la aplicación correcta de los métodos de trabajo de las empresas que concurran en el mismo centro de trabajo; para procurar la adecuación tanto de los riesgos que puedan afectar a trabajadores de dichas empresas, como las correspondientes medidas aplicables para su prevención; así como, para tener controladas las interacciones que se puedan derivar de las diferentes actividades desarrolladas por las empresas concurrentes en el mismo centro de trabajo, sobre todo cuando puedan aparecer riesgos graves o muy graves, o cuando se desarrollen actividades que se pudieran considerar incompatibles entre sí, existen una serie de obligaciones de cooperación y coordinación entre las diferentes empresas concurrentes a fin de cumplir la normativa de prevención de riesgos laborales y de lograr así la seguridad de sus actuaciones. Todo ello teniendo en cuenta los principios establecidos en el RD 171/04, se concreta en cumplir las siguientes obligaciones:

La de informar el contratista principal al resto de empresarios y trabajadores autónomos que concurran con él en la obra, antes de que éstos se incorporen a la actividad, sobre los riesgos que existan en el centro de trabajo que puedan afectar a sus trabajadores y sobre las medidas de prevención, protección y emergencia previstas al efecto.

Igualmente, la de facilitar el contratista al resto de empresarios y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, también antes del inicio de la actividad de éstos, las

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

instrucciones que se estimen suficientes y adecuadas para prevenir los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de éstos y las medidas que deberán aplicarse cuando se produzcan situaciones de emergencia. Tanto la información como las instrucciones se deberán facilitar por escrito cuando los riesgos de que se trate pudieran ser considerados como graves o muy graves.

La obligación del empresario principal de vigilar que las empresas concurrentes en el mismo centro de trabajo faciliten la información y las instrucciones recibidas sobre riesgos y medidas de protección, prevención y emergencia a sus trabajadores y controlar su cumplimiento por éstas y por los trabajadores autónomos.

Deber de vigilancia del contratista principal. Vigilancia respecto a las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, mientras dure la participación de éstos en la ejecución de la obra. Así, deberán citarse expresamente las siguientes cuestiones:

El contratista principal deberá vigilar el cumplimiento, no sólo por las empresas subcontratistas, sino también por sus trabajadores, y trabajadores autónomos, de la parte del plan de seguridad y salud que afecte al trabajo que van a ejecutar en la obra. Para ello, requerirá de dichas empresas la organización preventiva que van a aportar a su actividad en la obra, con la finalidad de controlar el cumplimiento de dicha obligación, y la incluirá en el propio Plan como un anexo al mismo. Dicha organización actuará de manera conjunta, pero subordinada a la del contratista principal, para vigilar que los trabajadores de la subcontrata cumplan con meticulosidad las obligaciones preventivas incluidas en al Plan que afecten a su trabajo.

El contratista principal exigirá por escrito a las empresas subcontratistas la acreditación del cumplimiento de sus obligaciones de información y de formación con los trabajadores que vayan a realizar actividades en la obra.

Igualmente, controlará que entre las mismas empresas subcontratistas y entre éstas y los trabajadores autónomos se ha establecido la coordinación oportuna que garantice el cumplimiento de los principios de acción preventiva.

En base a la disposición adicional única del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, actualizado el 23/3/2010, el Plan de Seguridad deberá definir tanto, la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos como los interlocutores de la empresa contratista en la obra para que los mismos recursos lleven a cabo sus obligaciones.

Vigilancia de la salud de los trabajadores. El empresario principal deberá garantizar que lleva a cabo las actuaciones necesarias para garantizar el correcto estado de los trabajadores de la obra (propios y subcontratados), así como que nos e generan nuevos riesgos por posibles afecciones de los mismo.

Control de la Subcontratación. En el ámbito concreto de las obras, el empresario contratista principal será el responsables de:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Estar inscrito en el Registro de Empresas Acreditadas y cumplir el porcentaje legal de trabajadores indefinidos. (RD 1109/07).

Impedir las subcontrataciones más allá del tercer nivel, imponiendo una serie de requisitos objetivos para poderlas llevar a cabo.

Exigir requisitos de calidad o solvencia a las empresas subcontratistas (disponer de una organización preventiva, formación en prevención de sus trabajadores y calidad en el empleo mediante el porcentaje de trabajadores en régimen indefinido). Para ello exigirá, como condición inexcusable para la incorporación a la obra, que todas las empresas subcontratistas figuren correctamente inscritas en el Registro de Empresas Acreditadas.

Impedir que los trabajadores autónomos o las empresas subcontratistas cuya principal prestación sea la mano de obra subcontraten actividad alguna.

Exigir transparencia en la subcontratación (exigiendo su documentación y reforzando la participación de la representación legal de los trabajadores).

Habilitar y mantener actualizado el Libro de Subcontratación de la obra con los requisitos, condiciones y trámites impuestos en la normativa reguladora de la subcontratación.

Así mismo, el empresario contratista principal queda obligado a cumplir los siguientes mandatos preventivos:

Adecuar permanentemente el Plan en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos, de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir en la obra o cuando una de las empresas subcontratistas lo soliciten por considerar que algunos o todos los riesgos que entraña su forma de realizar las actividades subcontratadas no están contemplados en el Plan.

Garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico. Así mismo, sólo podrán utilizar los equipos de trabajo aquellos trabajadores que cuenten con la debida habilitación para ello.

Adoptar el compromiso de garantizar que, antes del inicio de un tajo, tanto sus trabajadores, como los de las empresas subcontratistas, dispongan de los equipos de protección individual y colectiva previstos en el Plan para el desempeño de sus funciones, y de vigilar de manera especial, a través de su organización preventiva en obra, que se hace un uso efectivo de los mismos.

Adoptar el compromiso del contratista de no emplear en las obras trabajadores provenientes de empresas de trabajo temporal.

Información e investigación de accidentes. El empresario deberá facilitar al promotor en el plazo máximo de cinco días un informe sobre los accidentes leves e incidencias graves

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

que se hayan producido en su obra; idéntico compromiso, a cumplimentar en el plazo más inmediato que se pueda desde el momento de su producción, los accidentes graves y muy graves (según criterio de los recursos preventivos), así como los mortales, utilizando vía telefónica y, en el plazo improrrogable de 24 horas, el informe escrito correspondiente de tales accidentes. Además, la organización preventiva del contratista deberá facilitar mensualmente los índices de siniestralidad de la obra.

1.3.2. Obligaciones generales

1.3.2.1. Del Contratista

El Contratista deberá facilitar medios y organización adecuados, crear un programa adecuado de seguridad y protección de la salud de los trabajadores que sea conforme a las disposiciones vigentes, y acatar las medidas prescritas en los lugares de trabajo, en materia de seguridad y salud, por la autoridad competente y el Ingeniero Director de las obras.

El Contratista deberá incluir un programa de inspección previo al comienzo de las obras con el fin de supervisar las prendas de trabajo y elementos de protección individual o colectiva, así como la iluminación prevista en las obras, señalización, etc.

El Contratista deberá organizar las obras y proveer y asegurar el mantenimiento de los lugares de trabajo, las instalaciones, los equipos, las herramientas y la maquinaria de modo tal que los trabajadores estén protegidos de todo riesgo de accidente o de daño para la salud que sea razonable y factible evitar. En especial, las obras deberán planearse, prepararse y realizarse de forma apropiada para:

- Prevenir lo antes posible los peligros que puedan suscitarse en el lugar de trabajo.
- Evitar en el trabajo posturas y movimientos excesiva o innecesariamente fatigosos o molestos.
- Organizar el trabajo de acuerdo a las prescripciones del Plan de Seguridad y Salud de las obras.
- Utilizar materiales y productos apropiados desde el punto de vista de la seguridad y salud.
- Emplear métodos de trabajo que protejan a los trabajadores contra los efectos nocivos de agentes químicos, físicos y biológicos.

El Contratista deberá adoptar todas las medidas necesarias para proteger a las personas que se encuentren en una obra o sus inmediaciones, sean o no trabajadores de la misma, de todos los riesgos que puedan derivarse de ella.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para que técnicos competentes efectúen periódicamente inspecciones de seguridad de todos los edificios, instalaciones, equipos, herramientas, máquinas, lugares de trabajo y sistemas y métodos de trabajo, de conformidad con las disposiciones vigentes. Los técnicos competentes deberán examinar, por tipos o por separado, según convenga, la seguridad de las máquinas, equipos y materiales empleados en la construcción.

Al adquirir o alquilar instalaciones, equipos o máquinas, el Contratista deberá cerciorarse que aquellos cumplen con las disposiciones vigentes relativas a seguridad y salud, y si no existiesen disposiciones concretas al respecto, asegurarse de que están diseñados o protegidos de manera que su uso sea seguro y no entrañe riesgo alguno para la salud.

El Contratista deberá asegurar la vigilancia necesaria para que los trabajadores efectúen su cometido en las mejores condiciones posibles de seguridad y salud.

El Contratista deberá asignar a los trabajadores únicamente a trabajos adecuados a su edad, aptitud física, estado de salud y capacidades.

El Contratista deberá asegurarse de que todos los trabajadores están bien informados de los riesgos relacionados con sus labores específicas y reciben la formación adecuada sobre las precauciones que deben adoptarse para evitar accidentes o enfermedades.

El Contratista deberá adoptar todas las medidas necesarias para asegurarse de que los trabajadores conocen todas las disposiciones vigentes, las normas técnicas, los repertorios de recomendaciones prácticas, las instrucciones y consignas y los avisos relacionados con la prevención de accidentes y riesgos para la salud.

El Contratista deberá asegurarse de que los edificios, instalaciones, equipos, herramientas, maquinaria o lugares de trabajo en que se haya descubierto un defecto potencialmente peligroso, sean clausurados o retirados hasta su corrección y comprobación.

El Contratista deberá, cuando surja un riesgo inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, adoptar medidas inmediatas para interrumpir las actividades y, si fuera necesario, proceder a la evacuación de los trabajadores.

En las obras repartidas en varios lugares, como la que nos ocupa, o donde trabajen aisladamente pequeños grupos de trabajadores, el Contratista deberá establecer un sistema de verificación para comprobar que todos los trabajadores de un turno han regresado, al terminar el trabajo.

El Contratista deberá proporcionar a los trabajadores primeros auxilios y servicios de formación y bienestar adecuados y, cuando no puedan adoptarse medidas colectivas o éstas no sean suficientes, deberá proporcionar equipo y ropa de protección personal

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

adecuados. El Contratista deberá asegurar asimismo a los trabajadores acceso a los servicios de salud en el trabajo.

El Contratista deberá comunicar al Coordinador de Seguridad y Salud la incorporación de subcontratas y trabajadores autónomos con la antelación debida.

Se atenderá en todo momento a lo dispuesto en la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, especialmente en lo relativo a:

- Inscripción de las empresas participantes en el Registro de Empresas Acreditadas.
- La cumplimentación del libro de subcontratación.
- Limitación de los niveles de subcontratación de acuerdo con la Ley .

Por último el Contratista antes de comenzar su actividad en la obra tiene la obligación de realizar la apertura del centro de trabajo. Esta solicitud se hace a través de la Dirección Provincial del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, o el Organismo similar en la Comunidad Autónoma correspondiente. Esta Declaración de Apertura debe efectuarse por el representante legal de la Sociedad o empresario individual.

El empresario tiene la obligación de realizar la Inscripción de la empresa en la Seguridad Social. La afiliación a la Seguridad Social tiene como finalidad cubrir los riesgos de enfermedad, accidentes, invalidez, futura pensión, etc., del trabajador, si bien, para la cobertura de accidentes de trabajo o enfermedad profesional, la empresa puede optar entre el Instituto Nacional de la Seguridad Social, o una Mutua Patronal. Las Mutuas Patronales son entidades colaboradoras de la Seguridad Social, supervisadas por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

El Contratista deberá de Definir en su Plan de Seguridad y Salud la forma de satisfacer sus obligaciones en materia preventiva (modelo de coordinación de actividades empresariales, vigilancia del cumplimiento del Plan de seguridad y salud, y presencia de los recursos preventivos, planificación preventiva, formación e información,...).

Registro de empresa acreditada (REA)

En secuencia de la Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, se ha creado un Registro de Empresas Acreditadas, valido para todo el territorio nacional español. La inscripción en dicho registro es de carácter obligatorio para las empresas que realicen trabajos de construcción, tal y como establecido en el artículo 3 del referido documento. Las empresas subcontratadas por FORESTALIA para los trabajos a realizar en Parques fotovoltaicos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.3.2.2. De los trabajadores autónomos

Serán obligaciones de los trabajadores autónomos:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en epígrafe anterior.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/97, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el Art. 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Se trata, en concreto, de usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad y utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el Art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, debiendo participar en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.
- Cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

1.3.2.3. De los trabajadores

Los Contratistas y Subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban:

- Una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adaptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Una copia del Plan de seguridad y salud y, en su caso, de sus modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el Contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

Los trabajadores están obligados a seguir las indicaciones especificadas en dicho Plan, así como el uso de las medidas de protección que se les proporcione, debiendo pedir aquella protección que consideren necesaria y no se les haya facilitado.

1.3.3. De cooperación entre empresas que coinciden en una obra

Las empresas que coincidan en una obra, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales de sus respectivos trabajadores. Asimismo, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios para la protección y prevención de riesgos y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores.

Además, las empresas que contraten o subcontraten con otras la realización de las obras o servicios correspondientes a la propia actividad de aquellas y que se desarrollen en los centros de trabajo donde los primeros desarrollen su actividad deberán vigilar el cumplimiento por dichos contratistas y subcontratistas de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Como deben cumplir con las dos obligaciones anteriores: en los términos previstos en el apartado 1 del artículo 18 de la Ley 31/1.995 de PRL. Es decir, el empresario adoptará las medidas adecuadas (las eficaces), para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la Seguridad y Salud en el Trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada puesto de trabajo o función.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.
- Las medidas adoptadas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 20 de esta Ley.

En las empresas que cuenten con Representantes de los Trabajadores, la información a que se refiere el presente apartado se facilitará por el empresario a los trabajadores a través de dichos representantes; no obstante, deberá informarse directamente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función y las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El desarrollo de la obligación del apartado c), obliga al cumplimento del artículo 20 de la Ley 31/1.995 de PRL.: MEDIDAS DE EMERGENCIA. El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de las personas ajenas a la misma, deberá:

- Analizar las posibles situaciones de emergencia.
- Adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios.
- Adoptar las medidas necesarias en materia de lucha contra incendios.
- Adoptar las medidas necesarias en materia de evacuación de los trabajadores.

Para cumplir con los cuatro puntos anteriores se deberá:

- Designar para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas.
- Que este personal encargado, compruebe periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.
- Que este personal encargado, posea la formación necesaria, sea suficiente en número y disponer de material adecuado.

Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.

Según lo dispuesto en el último párrafo del apartado 1 del artículo 41 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y estos recabar de aquellos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas, y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información respecto a los trabajadores.

Cada empresa responderá solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan, que fueran imputables a cualquiera de los subcontratistas.

En las relaciones de trabajo de las empresas de trabajo temporal, la empresa usuaria será responsable de la protección en materia de seguridad y salud en el trabajo en los términos establecidos en la normativa que regula las empresas de trabajo temporal.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

A la forma del contrato, se entregará a cada subcontratista la notificación de sus obligaciones y responsabilidades establecidas en el presente apartado y recogidas en un formato, incluso en el anexo de documentación, quedando constancia por escrito de su realización.

1.3.3.1. De los trabajadores

Los trabajadores deberán tener el deber, y el derecho, de participar en el establecimiento de condiciones seguras de trabajo, y de expresar su opinión sobre los procedimientos de trabajo adoptados en lo que concierne a sus posibles efectos sobre la seguridad y salud.

Los trabajadores deberán tener obligación, y derecho, de asistir a las reuniones de formación en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores deberán tener el derecho de alejarse de una situación de peligro cuando tengan motivos razonables para pensar que tal situación entraña un riego inminente y grave para su seguridad y salud. Por su parte deberán tener la obligación de informar de ello sin demora a sus superiores jerárquicos.

De conformidad con las disposiciones vigentes, los trabajadores deberán:

- Cooperar lo más estrechamente posible con el Contratista en la aplicación de las medidas prescritas en materia de seguridad y salud.
- Velar razonablemente por su propia seguridad y salud y la de otras personas que puedan verse afectadas por sus actos u omisiones en el trabajo.
- Utilizar y cuidar el equipo y las prendas de protección personal y los medios puestos a su disposición, y no utilizar en forma indebida ningún dispositivo que se les haya facilitado para su propia protección o la de los demás.
- Informar sin demora a su superior jerárquico inmediato y al representante de los trabajadores en materia de seguridad y salud, de toda situación que, a su juicio, pueda entrañar un riesgo potencial y a la que no puedan hacer frente por si solos.
- Cumplir las medidas establecidas en materia de seguridad y salud.

Salvo en caso de urgencia o de estar debidamente autorizados, los trabajadores no deberán quitar, modificar ni cambiar de lugar los dispositivos de seguridad u otros aparatos destinados a su protección o a la de otras personas, ni dificultar la aplicación de los métodos o procedimientos adoptados para evitar accidentes o daños para la salud.

Los trabajadores no deberán tocar las instalaciones y los equipos que no hayan sido autorizados a utilizar, reparar o mantener en buenas condiciones de funcionamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los trabajadores no deberán dormir o descansar en lugares potencialmente peligrosos, ni en las inmediaciones de fuegos, sustancias peligrosas y/o tóxicas o máquinas o vehículos pesados en movimiento.

1.3.3.2. De los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva, que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997. Actualizado el 23/3/2010.
- Cumplir las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, durante la ejecución de la obra, establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos, que establece para los trabajadores el artículo 24, apartado 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su situación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual, conforme a los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras, o en su caso, la dirección Facultativa.
- Cumplir todo lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

A la firma del contrato, se entregará a cada trabajador autónomo la notificación de sus obligaciones y responsabilidades establecidas en el presente apartado y recogidas en un formato, quedando constancia por escrito de su realización.

1.3.3.3. Obligaciones del Promotor

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Nombrar a un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Éste debe ser un técnico competente en la tarea, con formación, medios y tiempo de dedicación adecuadas a la tarea que se encomienda.

Velar, a través del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por el cumplimento de la legislación vigente en materia de prevención de riesgos Laborales durante el desarrollo de los trabajos. En caso de observar alguna anomalía e, informado por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, el promotor establecerá las medidas oportunas para subsanarla.

Velar por que el contratista efectúe la preceptiva Apertura de Centro de Trabajo antes del comienzo de los trabajos.

1.3.3.4. Obligaciones para las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

Las empresas que coincidan en una obra, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios para la protección y prevención de riesgos y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, conforme el Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales y demás disposiciones vigentes. En este sentido cada empresario que participe en las obras nombrará expresamente a su “recurso preventivo” conforme la Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, debiendo estar presente en la obra mientras su empresa desarrolle trabajos en la misma.

Además, las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva, que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997 actualizado el 23/3/2010.
- Cumplir las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, durante la ejecución de la obra, establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997 actualizado el 23/3/2010.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos, que establece para los trabajadores el artículo 24, apartado 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Ajustar su situación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual, conforme a los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras, o en su caso, la la dirección Facultativa.
- Cumplir todo lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

A la firma del contrato, se entregará a cada trabajador autónomo la notificación de sus obligaciones y responsabilidades establecidas en el presente apartado y recogidas en un formato, quedando constancia por escrito de su realización.

Según la Ley 32/2006 las obligaciones establecidas para las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, deberán Acreditar que disponen de recursos humanos, en su nivel directivo y productivo, que cuentan con la formación necesaria en prevención de riesgos laborales, así como de una organización preventiva adecuada a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

1.3.4. Servicios de prevención

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad y Salud, que además debe ser especialista obras subterráneas, cuya misión será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y asesorar al Jefe de Obra sobre las medidas de seguridad a adoptar. Asimismo. Investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeron, para evitar su repetición

La obra igualmente dispondrá de una brigada de seguridad para instalación, mantenimiento, reparación de protecciones y señalización.

Si la designación de uno o varios trabajadores para dicho servicio de prevención fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a los que estén expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaboraran cuando sea necesario.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

Este servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, con los medios apropiados para poder cumplir sus funciones.

1.3.5. Servicios de salud y primeros auxilios

1.3.5.1. Servicios de salud en el trabajo

El Contratista dispondrá de un Servicio Médico de Empresa, propio o mancomunado. Un punto muy importante dentro del servicio médico es que el Contratista está obligado a realizar:

- Reconocimiento médico previo. Se realizan después de la incorporación al trabajo o, después de la asignación de tareas con nuevos riesgos. Estos reconocimientos tiene como objetivo principal evaluar la idoneidad para un particular puesto de trabajo, con el fin de adaptar el puesto de trabajo al trabajador.
- Reconocimiento médico inicial. La Ley General de la Seguridad Social sigue prescribiendo la obligatoriedad de los reconocimientos médicos previos a la admisión, para todas las empresas que hayan de cubrir puestos de trabajo con riesgo de enfermedades profesionales, estableciendo además, el deber de no contratar a los trabajadores que sean declarados no aptos en estas pruebas previas.
- Reconocimiento médico tras una ausencia prolongada por motivos de salud.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Reconocimientos médicos a intervalos periódicos. En función de lo requerido por los riesgos a que esté sometido el trabajador, o por sus peculiares condiciones individuales, será el médico especialista en Medicina del Trabajo el que determine dicha periodicidad.
- Un reconocimiento médico anual.
- Audiometrías a los trabajadores que participen en los trabajos expuestos a fuentes de ruido constante, en el momento de su incorporación a la obra y tantas veces como sea necesario durante su trabajo en la obra.

El Contratista deberá establecer una vigilancia continua sobre el medio ambiente de trabajo y planificar las precauciones necesarias en cada tipo de actividad según sus riesgos previsibles sobre la salud de los trabajadores

Cada vez que se introduzca el uso de nuevos productos, maquinarias o métodos de trabajo, el Contratista está obligado a informar a los trabajadores sobre los nuevos riesgos para la salud que se pueden generar.

1.3.5.2. Primeros auxilios

Será responsabilidad del contratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Así mismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

Si el tamaño de la obra lo requiere se deberá contar con uno o varios locales para primeros auxilios. Estos locales deberán de estar dotados de las instalaciones y el material necesario para prestar los primeros auxilios, así como tener un fácil acceso para camillas.

Estos locales deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables, así como tener un fácil acceso para camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En todos los lugares donde las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

La señalización deberá ajustarse al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.3.5.3. Botiquín de primeros auxilios

Un botiquín puede ser cualquier caja, armario o maleta que pueda contener medicamentos y el material sanitario necesario (vendas, algodón, tijeras, etc.) para poder aliviar las molestias, curar las pequeñas heridas o asistir los pequeños accidentes (mareos, cortes, caídas, etc.).

Sea cual sea el botiquín deberá estar identificarlo correctamente.

El botiquín tiene que estar instalado o guardado en un lugar donde no haga demasiado calor ni haya humedad, y protegido de la luz.

El botiquín tiene que estar siempre cerrado, pero tiene que ser fácil de abrir. Si se cierra con llave, hay que tener rápido acceso a él en caso de urgencia.

El contenido mínimo del botiquín deberá ser:

Medicamentos

- Analgésicos (ácido acetilsalicílico, paracetamol o ibuprofeno para el dolor).
- Antitérmicos.
- Antidiarreicos.
- Antitusígenos (jarabes o pastillas para la tos).
- Antialérgicos.
- Mucolíticos y expectorantes.
- Antisépticos faríngicos (para el dolor de garganta).
- Colirio antiséptico (gotas para los ojos).
- Linimento (para los golpes sin herida).
- Solución antiséptica.
- Repelentes de insectos.

Material sanitario

- Jabón.
- Alcohol.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Agua oxigenada.
- Toallitas antisépticas.
- Compresas de gasa estéril.
- Gasa estéril.
- Vendas de gasa (de diferentes medidas).
- Vendas adhesivas de distintos tamaños.
- Venda elástica.
- Esparadrapo.
- Tiritas.
- Termómetro.
- Pinzas.
- Tijeras de punta redonda.
- Imperdibles (alfileres de gancho).
- Un termómetro.
- Guantes de plástico (por lo menos 2 pares).

Teléfonos de urgencia

- Servicio de urgencias del hospital más cercano.
- Servicio de ambulancias.
- Información toxicológica.
- Bomberos.
- Guardia Civil.
- Policía.

En un botiquín NUNCA tiene que haber:

- Medicamentos caducados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Medicamentos mal conservados o poco identificados (con el tapón roto, sin el nombre, sin el prospecto, etc.).
- Termómetro que no funcione.
- Pinzas y tijeras oxidadas.

Un botiquín es muy útil para casos de pequeñas molestias o pequeños accidentes.

Hay que tenerlo bien identificado y ordenado.

Se tienen que revisar los medicamentos periódicamente y retirar los medicamentos caducados sustituyéndolos por otros sin caducar.

El material sanitario tiene que estar limpio y a punto para utilizarlo siempre que sea necesario.

El botiquín será usado por personal con la suficiente formación para ello. En obras con más de 250 trabajadores al frente del botiquín se pondrá a un ATS ó DUE.

1.3.6. Detección y evaluación de los riesgos higiénicos. Mediciones higiénicas

Partiendo de los riesgos inicialmente detectados y expuestos en la memoria de este Estudio de Seguridad y Salud se realizarán las mediciones y evaluaciones necesarias de los riesgos higiénicos, mediante la colaboración del Servicio de Prevención propio y concertado de la empresa contratista.

Cuando en el desarrollo de los trabajos se estime que pueda haber un riesgo higiénico cuyo nivel de riesgo no pueda ser determinado de otro modo, se realizarán las mediciones que se estimen necesarias para determinar dicho nivel de riesgo.

Estas mediciones y evaluaciones necesarias para la higiene de la obra, se realizarán mediante el uso del necesario aparataje técnico especializado, manejado por personal cualificado.

Los informes de estado y evaluación se conservarán en la obra y se analizarán para, en caso de ser necesario, tomar las medidas preventivas adecuadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.4. Comité, comisión y delegados de seguridad y salud

1.4.1. Comité de Seguridad y Salud

Según el apartado 2 del Artículo 38 de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, Prevención de Riesgos Laborales, se tendrá que constituir un Comité de Seguridad y Salud siempre que la Empresa cuente con cincuenta o más trabajadores.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Estos son designados según el apartado 2 del Artículo 35 de la Ley 31/1995, Prevención de riesgos Laborales.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo.

Obligatoriamente se constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere al previsto en la Ordenanza Laboral de la Construcción o, en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo provincial, y cuyas obligaciones forma de actuaciones serán las que señala la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en su Artículo 8.

El Comité de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

- Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresa.
- Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

El Comité esta facultado para:

- Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en el centro de trabajo, realizando a tal efecto las visitas que estime oportunas.
- Conocer toda la documentación relativa a las condiciones de trabajo.
- Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de poder valorar sus causas y proponer las medidas preventivas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.4.2. Delegados de seguridad y salud

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Estos serán designados en el número y condiciones especificadas en el Artículo 35 de la Ley 31/1995, Prevención de riesgos Laborales.

Las competencias y facultades de los Delegados de Prevención serán las establecidas en el Artículo 36 de la Ley 31/1995, Prevención de riesgos Laborales, y disfrutarán de las garantías y sigilos reseñadas en el Artículo 37 de la mencionada ley.

1.4.3. Comisión de seguridad y salud

De no ser preceptiva la constitución del Comité de Seguridad y Salud se constituirá una comisión de Seguridad y Salud, con los objetivos señalados para el Comité de Seguridad y Salud, de coordinación y seguimiento de la actividad preventiva.

La Comisión de Seguridad y Salud estará formada por una parte la empresa contratista, representada por el Jefe de Obra, el responsable de prevención de la obra y los responsables técnicos de la ejecución de la obra, y por otra, los subcontratistas, representados por los empresarios o sus representantes legales, los responsables de prevención y los delegados de prevención de cada subcontrata, en el caso de que los hubiera, conforme a la duración de los trabajos y a la presencia de cada empresa en la obra. También formarán parte de esta comisión los trabajadores autónomos que por la incidencia de sus trabajos en la seguridad de la obra la Comisión estime conveniente. Es por ello que la composición de la Comisión de Seguridad y Salud será cambiante en función de las actividades que se desarrollen, y el momento de la ejecución de la misma.

En las reuniones de la Comisión de Seguridad y Salud podrán participar, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención de la empresa que no se encuentren incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior. En las mismas condiciones podrán participar trabajadores de la empresa que cuenten con una especial calificación o información respecto a cuestiones concretas que se debatan en esta comisión y técnicos en prevención ajenos a la obra, siempre que así lo solicite alguna de las partes.

La Comisión de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

- Vigilar el cumplimiento de lo dispuesto en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo las mejoras de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes durante las distintas fases de ejecución de obra.
- Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos de la obra.
- A tal efecto la Comisión de Seguridad y Salud, en el ejercicio de sus competencias, estará facultada a:
- Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en la obra, realizando a tal efecto las visitas que se estimen oportunas.
- Conocer cuantos documentos e informaciones relativos a las condiciones de trabajo sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones, así como los procedentes de la actividad del servicio de prevención, en su caso.
- Conocer y analizar los daños producidos a la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.

1.4.4. Coordinación de actividades empresariales

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, marca en su artículo 24, que cuando en un mismo centro de trabajo, desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal efecto, el empresario titular del centro de trabajo, adoptará las medidas necesarias para que aquellos otros empresarios que desarrollen actividades en su centro de trabajo, y con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado a sus respectivos trabajadores.

Por otro lado, son necesarias reuniones de seguimiento y control interno de la Seguridad y Salud de la obra que tienen como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa, el análisis y evaluación continuada de las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, así como proporcionar la adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados que incidan en la seguridad e higiene de la obra. Con estos objetivos se constituirá un Comité de Seguridad y Salud o una Comisión de Seguridad y Salud, según las características de la obra.

A dichas reuniones podrá asistir el Coordinador de Seguridad y Salud en el caso de que lo solicite con anterioridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Sin perjuicio de lo establecido al respecto por la normativa vigente, se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, con independencia de las que fueran, además, necesarias ante situaciones que requieran una convocatoria urgente, o cuando lo solicite alguna de las partes.

De manera general las convocatorias, orden de asuntos a tratar y desarrollo de las reuniones se establecerán de conformidad con lo estipulado al respecto por las normas vigentes o según acuerden los órganos constitutivos de las mismas.

De cada reunión se levantará un acta donde se identifiquen las personas asistentes y se recojan las aportaciones y los acuerdos adoptados; así como las acciones correctoras propuestas, los responsables de realizarlas, y las fechas previstas para su realización, quedando así pues constancia del cumplimento de lo dispuesto en la legislación. Las actas serán firmadas por los asistentes. Se informará al Coordinador de seguridad y salud de las conclusiones de dichas reuniones.

En el momento en que se produzcan las incorporaciones de alguna empresa en la obra y teniendo en cuenta la naturaleza de los trabajos que vaya a realizar y de su duración en el tiempo, el Jefe de Obra pondrá en antecedentes de las medidas o acuerdos que se hayan tomado en las reuniones de la Comisión (Comité en su caso) a la empresa subcontratada y a las figuras de representación en materia de prevención.

En cada reunión se realizará un seguimiento del cumplimiento de los acuerdos tomados en la reunión anterior, los incumplimientos en materia de seguridad de las empresas participantes en la obra y de todo aquello que afecte al nivel de seguridad de la obra.

Salvo que se disponga otra cosa por la normativa vigente, por los Convenios Colectivos Provinciales o por acuerdo entre las partes, las reuniones se celebrarán en la misma obra y dentro de las horas de trabajo. En caso de prolongarse fuera de estas horas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso del mediodía.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, la empresa promoverá además, las que sean necesarias para posibilitar la debida coordinación entre los diversos órganos especializados y entre las distintas empresas o subcontratas que pudieran concurrir en la obra, con la finalidad de unificar criterios y evitar interferencias y disparidades contraproducentes.

Todas las subcontratas informarán por escrito al contratista del cumplimiento de sus obligaciones en materia de Prevención de Riesgos Laborales. En particular, mensualmente informarán por escrito a la jefatura de obra del cumplimiento de sus obligaciones en los siguientes puntos:

- Información y participación de los trabajadores.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Formación de los trabajadores.
- Entrega a los trabajadores de equipos de protección individual.
- Vigilancia de la salud de los trabajadores.
- Resumen mensual de accidentabilidad.
- Investigación de accidentes.
- Pago de Seguridad Social de sus trabajadores.

Para estas informaciones los subcontratistas emplearán perfectamente los modelos de informe del contratista sustituyendo el anagrama del contratista por el suyo propio, a no ser que los subcontratistas tengan procedimientos y formatos propios.

Cuando el contratista principal observe un incumplimiento de las obligaciones del subcontratista en materia de Prevención de Riesgos Laborales, especialmente cuando dicho incumplimiento pueda suponer un riesgo para los trabajadores del contratista o de los subcontratistas, le informará verbalmente de dicho incumplimiento si la anomalía es leve y por escrito si esta es mediana o grave. Para cada subcontratista se llevará un registro de anomalías de observaciones.

1.4.5. Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Si en la ejecución de la obra intervienen más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, antes del inicio de los trabajos se designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsables los principios de la acción preventiva que se recogen en

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 de este Real Decreto.

- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7º, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

1.5.Plan de seguridad y salud. Libro de incidencias y de subcontratación

1.5.1.Plan de Seguridad y Salud

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de previsión que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio. También se incluirá en el plan todo lo relacionado con el organigrama preventivo de la obra, incluyéndose los técnicos de prevención y trabajadores designados, teniéndose que actualizar toda esta información a medida que avanza la obra.

Este Plan y su correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras, deberá ser aprobado antes del inicio de la obra, por la Administración Pública correspondiente.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el contratista, en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, siempre con la aprobación de la Administración.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El Plan de Seguridad y Salud deberá estar siempre en la obra a disposición de la Dirección Facultativa además de las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención y representantes de los trabajadores.

1.5.2. Libro de incidencias

El libro de incidencias será facilitado por:

- El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

1.5.3. Libro de subcontratación

En virtud de la Ley 32/2006 de 18 de octubre, por la que se regula la subcontratación en el sector de la construcción, en su artículo 8, así como por el posterior desarrollo en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, toda obra de construcción incluida en el ámbito de aplicación de la mencionada ley, obliga a cada contratista a disponer de un Libro de Subcontratación. En dicho Libro, que deberá permanecer en todo momento en la obra, se deberá reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, su nivel de subcontratación y

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

empresa comitente, el objeto de su contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista y, en su caso, de los representantes legales de los trabajadores de la misma, las respectivas fechas de entrega de la parte del Plan de Seguridad y Salud que afecte a cada empresa subcontratista y trabajador autónomo, así como las instrucciones elaboradas por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra para marcar la dinámica y desarrollo del procedimiento de coordinación establecido, y las anotaciones efectuadas por la Dirección Facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional de las previstas en el artículo 5.3 de la referida Ley.

Al Libro de Subcontratación tendrá acceso el Promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los Técnicos de Prevención, los Delegados de Prevención, la Autoridad Laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

Cada empresa deberá disponer de la documentación o título que acredite la posesión de la maquinaria que utiliza, y de cuanta documentación sea exigida por las disposiciones legales vigentes.

Reglamentariamente se han determinado las condiciones del Libro de Subcontratación al que se refiere el apartado 1 del artículo 8 de la Ley 32/2006 de 18 de octubre. Igualmente se establecerá el régimen de habilitación por la Autoridad Laboral competente, el contenido y las obligaciones y derechos derivados del mismo. El objeto de dichas disposiciones es la de simplificar y unificar las obligaciones documentales aplicables a las obras de construcción, así como vigilar y supervisar los niveles de subcontratación.

El Promotor (dueño de la obra) puede contratar todos los contratistas que quiera y estos contratistas (primer eslabón) pueden subcontratar sin limitación.

El primer y segundo subcontratistas pueden subcontratar a quien quieran pero con dos importantes excepciones:

I. Si el subcontratista es un autónomo no puede subcontratar.

II. No pueden subcontratar los subcontratistas cuyo servicio consista básicamente en mano de obra, aunque su personal utilice herramientas, incluso de mano motorizadas u otros medios materiales de mayor importancia pero que no sean propiedad de la empresa.

Se exceptúan causas de fuerza mayor u otras situaciones graves y justificadas y que sea aprobado por la Dirección de la obra.

El tercer subcontratista no puede subcontratar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.6. Reuniones de seguridad salud en obra

Antes del inicio de los trabajos se efectuará una reunión de coordinación en la que se trataran los aspectos relacionados con la seguridad en los trabajos, posteriormente, hasta la terminación de los trabajos, se mantendrán reuniones periódicas semanales de seguimiento de los trabajos realizados, del estado del Plan de Acción desarrollando los aspectos de seguridad que puedan surgir durante la ejecución de la obra, definido nuevas medidas de seguridad a adoptar y asignando responsables y plazos de implementación de medidas preventivas o correctivas.

Podrán convocarse por cualquiera de los implicados en la ejecución reuniones extraordinarias para tratar temas que puedan surgir relacionados con la seguridad.

A estas reuniones asistirán los representantes en el parque de las empresas intervinientes (Coordinador de Seguridad y Salud, Director de Proyecto y Recursos Preventivos).

1.7. Partes de deficiencia y accidentes. Actuación en caso de accidente laboral

En la actualidad todas las empresas españolas están obligadas a comunicar a través de Internet los accidentes laborales a través del sistema Delt@.

Los documentos que deben remitirse a la subdirección general de Procesos de datos del Ministerio son los partes de accidentes, una relación mensual de incidentes que no causan baja médica, la comunicación urgente de un siniestro y la relación de altas o fallecimientos.

El sistema, mediante correo electrónico, emitirá acuses de recibo de la información recibida, informará sobre el estado de tramitación de los documentos y realizará las comunicaciones a las Inspecciones de Trabajo y Seguridad Social y al Instituto Nacional de la Seguridad Social.

No obstante, pese a agilizarse el proceso de tramitación, los plazos de presentación de partes no varían. Así, es obligatorio comunicar la relación de accidentes en los cinco días hábiles a partir de la baja médica, mientras que para los accidentes que no causen baja, habrá de realizarse en los cinco primeros días hábiles del mes siguiente a la fecha en que se produjo el accidente.

Los siniestros graves, muy graves o con fallecimiento, por su parte, deben comunicarse por Internet mediante un breve texto en las 24 horas posteriores a producirse el accidente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El Contratista deberá declarar inmediatamente a la autoridad competente, todos los accidentes que provoquen muertos o heridos de carácter grave, debiendo establecer los medios, materiales y de personal, necesarios para llevar a cabo la investigación pertinente.

El Contratista deberá informar a la autoridad competente de todo suceso peligroso, tales como:

- Explosiones no controladas y los incendios graves.
- Desplome de grúas u otros aparatos elevadores.
- Derrumbe de edificios, estructuras, armazones, andamiajes, o de parte o elementos de éstos.

Hayan o no causado lesiones a los trabajadores.

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

1.8. Índices estadísticos de accidentes y enfermedades

Para poder comparar datos estadísticos y obtener conclusiones sobre el estado y evolución de la siniestralidad o accidentabilidad, se utilizan diversos índices de siniestralidad o accidentabilidad.

Ambos conceptos se suelen tomar como sinónimo, aunque el de accidentabilidad se refiere al número de accidentes, ya sea con o sin baja laboral. El de siniestralidad abarca junto a los accidentes de trabajo las enfermedades profesionales.

Con objeto de tener valores comparativos de la accidentabilidad, se emplean unos índices que deben calcularse con unos criterios determinados.

La estadística referida a accidentes de trabajo y enfermedades profesionales se considera como una técnica general analítica de seguridad.

Los datos procedentes de las notificaciones de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como de las correspondientes investigaciones de cómo se desencadenaron, recogidos de una manera adecuada, constituyen una valiosa información. El análisis de estos datos puede aportar la base para la adopción de las medidas más adecuadas para evitar que esos accidentes y enfermedades vuelvan a producirse.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Estos datos estadísticos sirven para comprobar la evolución y plantear actuaciones y controles con el fin de alcanzar mayores niveles de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

Para que las estadísticas puedan ser útiles, deben reflejar la realidad con la mayor precisión posible. Para ello es importante que las investigaciones de accidentes y de enfermedades se lleven a cabo por personal preparado y con la colaboración de las personas que fueron testigos de los hechos y de las que, aunque no lo presenciaron, conocen tanto las circunstancias de la actividad desarrollada como cualquier otro dato que puedan enriquecer el informe final.

Los accidentes estadísticamente hablando, cumplen las siguientes propiedades:

- Son instantáneos, de tal forma que no se pueden dar dos accidentes simultáneamente. Es decir, se trata de un suceso independiente.
- El número de "instantes-hombre" trabajados en un periodo determinado es un número muy alto que tiende al infinito.
- El número de accidentes ocurridos durante un periodo determinado tiende a mantenerse constante por periodos iguales.
- La probabilidad de ocurrencia del accidente – número de accidentes dividido por el número de "instante-hombre" trabajados – es, por tanto, muy pequeña.

Este tipo de distribución de probabilidad se ajusta a la distribución de Poisson, en la que la desviación típica es, precisamente, la raíz cuadrada de la media.

Mediante los índices estadísticos se permite expresar en cifras relativas las características de accidentabilidad de una empresa o de las acciones de la misma, facilitando por lo general unos valores útiles a nivel comparativo.

Índice de frecuencia (I.F.)

Es un valor que indica la accidentabilidad que tiene una empresa, sector, etc, para poder hacer valoraciones comparativas.

Se basa en el número de accidentes ocurridos en un determinado número de horas trabajadas, que se ha determinado que sea 106 (un millón).

El número de horas trabajadas se entiende el total trabajado por un colectivo o plantilla.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

$$I_f = \frac{\text{Nº Accidentes de trabajo con baja x } 10^6}{\text{Nº total de horas efectivamente trabajadas}}$$

Para su cálculo se deben aplicar los criterios siguientes:

- Contabilizar solamente los accidentes ocurridos mientras existe exposición al riesgo estrictamente laboral. Por tanto se deberán excluir los accidentes ocurridos en el trayecto de ida y vuelta al trabajo, también llamados accidentes "in itínere".
- Dado que el Índice de Frecuencia nos sirve de módulo para valorar el riesgo, las horas de trabajo consideradas, que son las indicadas en el denominador de la fracción, deben ser las de exposición al riesgo, debiéndose excluir las correspondientes a enfermedades, permisos, vacaciones, etc.
- Para contabilizar el número de personas expuestas al riesgo deben tenerse en cuenta que no todo el personal de una empresa está expuesto al mismo riesgo, debiéndose calcular índices diferenciados para horas de riesgo homogéneo (talleres oficinas, etc).
- Se deben separa los accidentes con baja de los de sin baja, con lo cual se puede calcular un índice de frecuencia de los accidentes con baja y un índice de frecuencia general que incluya ambos.

1.8.1. Índices estadísticos

Índice de gravedad (I.G.)

El índice anterior nos reflejaba la accidentabilidad, sin tener en cuenta la gravedad de las lesiones.

Aceptando que la gravedad la podemos medir por el número de días de baja se ha definido el índice de gravedad como las jornadas perdidas a consecuencia de los accidentes ocurridos en un determinado número de horas trabajadas por un colectivo de trabajadores.

Se han convenido en que sea mil el número de horas trabajadas (103).

Representa el número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_g = \frac{\text{Nº jornadas no trabajadas por accidente de trabajo con baja x } 10^3}{\text{Nº total horas efectivamente trabajadas}}$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Deben tenerse en cuenta las consideraciones siguiente:

- Las jornadas o días de trabajo perdidos se determinan como la suma de las jornadas laborales perdidas correspondientes a incapacidades temporales transitorias (como mínimo un día de incapacidad) e incapacidades permanentes (generan impedimento físico o mental que disminuye la capacidad de trabajo).
- Deben considerarse las jornadas laborales perdidas, las laborales, y no los días naturales, sin contar el día en que se produjo el accidente.
- Los accidentes sin baja se considera que dan lugar a dos horas perdidas y por cada ocho horas se considera una jornada.
- Para el cálculo del número de horas-hombre trabajadas se siguen los mismos criterios que para el índice de frecuencia.

Índice de incidencia (I.I.)

Este índice se define como la relación entre el número de accidentes registrados en un periodo de tiempo y el número promedio de personas expuestas al riesgo considerado.

Para su cálculo se utiliza como período de tiempo un año, igual que para los índices anteriores, considerando el número de accidentes por año por cada mil personas expuestas.

La expresión utilizada para su cálculo es la siguiente:

$$I_I = \frac{N^o\, Total\_de\_Accidentes \times 1.000}{N^o\, medio\_de\_personas\_\exp uestas}$$

Este índice se utiliza cuando no se conoce el número, de horas-hombre trabajadas y el número de personas expuestas al riesgo es variable de un día a otro, en cuyo caso no se puede determinar el índice de frecuencia.

Índice de duración media.

Este índice da idea del tiempo promedio que ha durado cada accidente. Se define como la relación entre las jornadas perdidas y el número de accidentes.

Se utiliza para su cálculo la expresión siguiente:

$$I_{D.M}. = \frac{N^o\, de\_jornadas\_perdidas}{N^o\, de\_accidente}$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las jornadas perdidas se calculan según el índice de gravedad. Este índice puede calcularse para los accidentes con baja o incluir también los de sin baja, teniendo en cuenta los criterios indicados anteriormente.

Es muy importante tener cuidado al comparar los índices de distintas empresas o países, dado que no suelen ser homogéneos los criterios utilizados para su cálculo, lo que puede inducirnos a error.

Todos estos índices son de gran utilidad, pues marcan las tendencias y evolución de la accidentabilidad.

1.8.1.1. Sistemas de control de la accidentabilidad

El cálculo periódico (mensual) de los índices expuestos, en especial los de frecuencia y gravedad, facilitan una información básica para controlar la accidentabilidad en la empresa, que deben completarse con el análisis de otras variables como los factores de clasificación de accidentes.

El método estadístico más idóneo para el seguimiento y control del índice de frecuencia es:

Método de las líneas límite

Este método de control estadístico permite detectar a través de la evolución de índice de frecuencia, si los cambios experimentados son debidos a una fluctuación aleatoria o a la entrada de un nuevo factor que ha modificado las condiciones de seguridad.

No se trata de un sistema exhaustivo y rígido que permita marcar todos los puntos de una empresa en que se plantean problemas de condiciones de trabajo, si no que sólo nos muestra un factor que debe ser tomado en consideración junto a datos provenientes de otras fuentes.

Las propiedades estadísticas de los accidentes de trabajo nos permiten establecer, en función del número de horas trabajadas y unos márgenes de confianza establecidos, unos valores límites, superiores e inferiores, para el índice de frecuencia deseado, previamente fijado por la empresa, ya sea éste el mismo del año anterior, o bien una determinada reducción del mismo fundada en una política de objetivos de prevención de riesgos laborales.

Para la aplicación de este método en una empresa se han de considerar tres casos:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Si el número de horas trabajadas N, es superior a 10.000 pero inferior a 1.200.000, el intervalo de confianza se determina empleando una ley de Poisson de media (m=I x 106 x N). (Donde m = media de accidentes registrados, I = índice de frecuencia, N = número total de horas-hombre trabajadas).
- Si el número de horas trabajadas en el periodo considerado es superior a 1.200.000, el intervalo de confianza no se encuentra tabulado y deberemos calcularlo aplicando la ley normal, ya que para valores altos la distribución de Poisson se asemeja a la distribución normal.

Índice de frecuencia, $I = \frac{n}{N} * 10^6$

Donde:

n = nº de accidentes en un período

N = nº total horas-hombre trabajadas

Siendo la frecuencia $f = \frac{n}{N}$ (número de accidentes por horas trabajadas) la media "m" de accidentes registrados en un período de horas trabajadas "t" será:

$m = f * t$

en todo el período N, el número de accidentes será:

$$m = f \times N = \frac{n}{N} * N = I * 10^{-6} * N$$

Para valores de N altos la distribución de Poisson se ajusta a una distribución Normal con la misma media y con desviación tipo "σ" igual a $\sqrt{m}$

Con una probabilidad del 90% la variable estudiada, número de accidentes en el período considerado, estará comprendida en el siguiente intervalo de confianza.

$m - 1{,}65\sigma < n^o\, accidentes < m + 1{,}65\sigma$

sustituyendo valores de "m" y "σ" y multiplicado por $\frac{10^6}{N}$ quedará:

$$\frac{10^6}{N}(I_o * N * 10^{-6} - 1{,}65\sqrt{I_o * N * 10^{-6}}) < I$$ Límite inferior LI

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

$$I < \frac{10^6}{N}(I_o * N * 10^{-6} - 1{,}65\sqrt{I_o * N * 10^{-6}})$$ Límite superior LS

En función del índice de frecuencia esperado Io y del número de horas trabajadas N en uno, dos y tres meses, se determinan los tres límites tanto inferiores como superiores.

Diagramas y tablas

Mediante diagramas se representa la evolución mensual de los diferentes índices de accidentabilidad del centro de trabajo y de cada una de sus secciones, para verificar, ayudados de un método de control estadístico, si se está dentro de lo previsto o no, y poder tomar decisiones a tiempo

Además de los índices, son también muy interesantes las tablas que establecen la relación entre dos o tres factores clave, como por ejemplo:

- Agente material de la lesión/forma de accidente, que señala el tipo de contacto para cada agente material, lo que debe ser evitado.
- Agente material de la lesión/naturaleza de la lesión, que indica las lesiones que suelen producir los agentes materiales.
- Forma de accidente/naturaleza de la lesión, que determina cómo ocurren ciertas lesiones.

A) Diagrama mes a mes.

Refleja la evolución del índice de frecuencia mensual. El diagrama mes a mes permite descubrir las fluctuaciones a corto plazo del índice de frecuencia y establecer la significación de un alza repentina.

Se trata de representar en un diagrama los índices de frecuencia mensuales, de forma que nos permita interpretar el gráfico en función de la posición de éstos respecto a las diferentes líneas límite.

B) Diagrama acumulado

Para detectar la tendencia a largo plazo se emplea el diagrama anual acumulado para cada mes el índice de frecuencia acumulado, contabilizando los accidentes ocurridos y las horas trabajadas desde el comienzo del período hasta el mes estudiado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El diagrama anual debe permitir el control de las tendencias a largo plazo en el alza o baja de los índices de accidentes.

Se calcula para cada mes el índice de frecuencia acumulado, contabilizando los accidentes ocurridos y las horas trabajadas desde el comienzo del período hasta el mes que se estudie.

Los límites superior e inferior se determinan para cada mes en función del índice de frecuencia esperado y del total de las horas trabajadas en uno, dos, hasta doce meses.

En el diagrama anual, cuando el índice de frecuencia acumulado sale de los límites fijados por las curvas, se puede pensar que un factor nuevo ha venido a modificar las condiciones de riesgo laboral en la empresa.

Efectuar exclusivamente un análisis a corto plazo nos puede conducir al equivoco de una confianza excesiva. Gracias al diagrama acumulado se puede observar que el hecho de mantener de una manera casi constante nuestro índice de frecuencia mensual puede indicar la introducción de un nuevo factor que altere de una manera estable nuestras condiciones de trabajo, aunque el diagrama mes a mes no refleje esta situación.

La utilidad del diagrama acumulado está, precisamente, en la indicación de los momentos clave en que se precisa una acción correctora, al salirse el índice de frecuencia del campo de lo esperado.

1.9. Formación e información sobre seguridad y salud de los trabajadores

Conforme a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, es responsabilidad del empresario el garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica suficiente y adecuada a su puesto de trabajo.

Antes del inicio de los trabajos, todo el personal que va a intervenir en ellos recibirá además formación específica sobre el presente Plan de Seguridad y Salud haciendo especial hincapié en los riesgos específicos derivados de los trabajos a realizar y las respectivas medidas de seguridad a adoptar para evitarlo o minimizarlos. Recibirán también formación sobre el Plan de Emergencia de la obra que les permita conocer los medios y formas de actuación frente a una emergencia verificada en parque.

Finalizada su formación, los trabajadores deberán realizar una prueba escrita para verificar que han asimilado el contenido de dicha formación. Los registros de la referida prueba escrita deberán ser remitidos a SGRE previo al inicio de los trabajos, no permitiendo la incorporación a la actividad del personal cuyo resultado no haya sido satisfactorio.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Al momento de su entrada a trabajar en PE les será impartida una formación de acogida en el mismo, presentando las normas y medidas de seguridad específicas a aplicar en el emplazamiento.

Los representantes de las diferentes subcontratas acreditarán que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del Real Decreto 614/2001, en base a lo establecido en el RCA.

El Jefe de Equipo impartirá diariamente la charla “5 minutos de Seguridad”, en donde abordará los temas pertinentes de PE (incidentes ocurridos, desviaciones detectadas, Flashes de Seguridad, Lecciones Puntuales, etc.), enfocado en los trabajos a realizar en el mismo día.

Durante el tiempo que duren los trabajos, el Recurso Preventivo asignado a obra por parte de la empresa contratista principal, realizara charlas semanales, a todos los trabajadores presentes en la ejecución de los trabajos, abordando temas como, por ejemplo:

- Los riesgos existentes en el local de trabajo y las consecuencias de su materialización / concretización.
- Equipos de protección colectiva aplicables.
- La correcta utilización de equipos de protección individual, obligatorios o recomendados, específicamente las consecuencias de su no utilización o utilización defectuosa.
- Normas de circulación de personas, vehículos y máquinas en obra.
- La señalización de seguridad empleada en los trabajos, sea de circulación, general de seguridad o específica a aplicar a los trabajos a realizar en obra.
- Precauciones a tomar con equipos y máquinas.
- Normas de seguridad específicas de los trabajos a realizar.
- Cualquier otro tema que se considere oportuno (incidentes ocurridos, desviaciones detectadas, Flashes de Seguridad, Lecciones Puntuales, etc.).

Todas estas formaciones deberán ser impartidas, siempre que sea posible dentro de las horas de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquéllas del tiempo invertido en dicha formación. Deberán, además, ser mantenidos registros firmados por trabajadores y formador de las formaciones recibidas, como justificante de que poseen toda la información necesaria al desarrollo de los trabajos en seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

De conformidad con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra, incluyendo los riesgos relativos al puesto de trabajo a desempeñar, a los procedimientos de trabajo, al modo de utilización de los equipos de trabajo, al conjunto de medidas de protección colectiva, a los equipos de protección individual que han de ser empleados, a los restantes riesgos existentes en la obra que les pueden afectar y las medidas preventivas implantadas para su eliminación o reducción.

Se recuerda la importancia de suministrar las instrucciones de trabajo de cada una de las actividades a desarrollar, de los manuales de los equipos de trabajo, y de proporcionar información respecto al etiquetado y a las fichas de seguridad de los productos químicos a utilizar.

La información deberá ser comprendida y asimilada por el trabajador al que va dirigida cualquier que sea el idioma en el que éste se exprese, debiendo comprobarse que la misma ha sido comprendida y no limitarse exclusivamente a la entrega de documentación.

Hasta que no se haya concluido por completo el proceso de información respecto a los riesgos y medidas de prevención y protección relativas a la obra, el trabajador no deberá iniciar su actividad laboral en la misma.

Durante el desarrollo de la obra, la información deberá ser actualizada en función del proceso de ejecución de la misma. Puede resultar conveniente que comprenda igualmente las cuestiones de interés emanadas de las reuniones de coordinación y de los comités de seguridad y salud, y las relativas a las conclusiones de las análisis y investigaciones de accidentes y incidentes, inspecciones de seguridad, etc.

El contratista deberá colocar en la caseta de obra un tablón destinado a las informaciones relativas a la Seguridad y Salud, con el objeto de mantener informados los trabajadores presentes en la obra. De este tablón deberán constar, como mínimo, la siguiente información:

- Apertura del Centro de Trabajo (por parte del Contratista Principal).
- Contactos de emergencia (externa e interna).
- Contactos de los trabajadores con formación de socorrismo / primeros auxilios en obra.
- Información pertinente relativa a la seguridad y salud, como Flashes de Seguridad, Lecciones Puntuales, etc.
- Información estadística de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.9.1. Formación y capacitación mínima de los trabajadores con riesgo eléctrico.

Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el Real Decreto 614/2001 de Riesgo Eléctrico.

Trabajos que puede realizar:

- Las operaciones y maniobras necesarias para dejar sin tensión las instalaciones de baja tensión, conforme a los procedimientos establecidos en el anexo II de este RD.
- La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión, en las condiciones señaladas en la letra C) del anexo III de este RD.
- Las maniobras en alta y baja tensión, de acuerdo con lo establecido en el anexo IV de este RD.
- Las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de baja tensión, de acuerdo con los procedimientos establecidos en el citado anexo IV.
- Los trabajos en proximidad de elementos en tensión (en baja y alta tensión), de acuerdo con lo establecido en el anexo V de este RD.
- La determinación de la viabilidad de realizar trabajos en proximidad de elementos en tensión en baja tensión, según lo establecido en el citado anexo V.
- La vigilancia del cumplimiento de las medidas de seguridad en los trabajos en proximidad, de acuerdo con lo establecido en el citado anexo V. h) Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio, de acuerdo con lo contemplado en el anexo VI de este RD.

Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Un “trabajador cualificado” debe ser siempre un “trabajador autorizado”.

Trabajos que puede realizar:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los mismos que los trabajadores autorizados y además:

- Supresión y reposición de la tensión en trabajos sin tensión en alta tensión
- Trabajos en tensión
- Trabajos en maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones en alta tensión.
- Determinar la viabilidad del trabajo en proximidad en alta tensión.
- Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión con presencia de atmósferas inflamables.

Cuadro resumen de la formación/capacitación mínima de los trabajadores: (Guía técnica RD614/2001)

CLASE DE TRABAJO	TRABAJOS SIN TENSIÓN		TRABAJOS EN TENSIÓN		MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES		TRABAJOS EN PROXIMIDAD		TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	
OPERACIÓN	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización	Sin ATEX presente	Con ATEX presente
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T	Como mínimo, A	C+P
ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un Jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A		
T = CUALQUIER TRABAJADOR A = AUTORIZADO C = CUALIFICADO C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO C + P = CUALIFICADO Y SIGUIENDO UN PROCEDIMIENTO					1.- Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una empresa de trabajo temporal (Real Decreto 216/1999). 2.- La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente real decreto.					

1.10. Seguros

Según la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; en el Capítulo III Derechos y Obligaciones; Artículo 15, Principios de la acción preventiva, dice:

El Empresario podrá concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; asimismo el Contratista deberá disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor, por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por los hechos nacidos de culpa o negligencia, imputables al mismo o a personas de las que deba responder, se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su seguro en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando, por las circunstancias de trabajo, se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por accidente) será desechado y repuesto en el momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.1. Equipos de protección colectiva

2.1.1. Condiciones generales

Las protecciones colectivas a utilizar para la prevención de riesgos detectados, deben de cumplir las siguientes condiciones generales:

Todos los equipos y máquinas empleados en las obras deberán contar con la conformidad/homologación o marcado CE que acredite su correcta fabricación. Así mismo, los equipos y máquinas en cuestión sólo podrán utilizarse para los fines para los que fueron fabricados y habilitados como tales de manera expresa en el manual del fabricante de los mismos. Así mismo, se deberá garantizar el correcto estado de mantenimiento de cada equipo cumpliendo las instrucciones previstas al respecto en el Manual del fabricante.

El manejo y utilización de máquinas y equipos estará restringido a los trabajadores formados y habilitados a tal efecto. Además, en aquellos casos en los que así lo determine la normativa vigente, se exigirá la designación y participación del personal competente necesario para la dirección de las tareas en cuestión (p.e. jefe de maniobras en el empleo de grúas autopropulsadas).

Todos los equipos que así lo precisen (por ejemplo los andamios y elementos para trabajos temporales en altura) deberán contar con un cálculo que garantice su estabilidad redactado por un técnico competente así como que se instala, monta, utiliza y desmonta en condiciones seguras. Para ello, los equipos en cuestión deberán contar tanto con la documentación técnica que avale dichas condiciones como con las correspondientes labores de inspección y mantenimiento por parte de personal competente.

Se deberá observar un radio de acción mínimo a concretar por parte del empresario en su plan de seguridad y salud de forma que se evite el posible alcance o golpeo a otros trabajadores. Lógicamente, dicho radio de acción dependerá del equipo en cuestión y del lugar y tarea para el que sea utilizado.

Se deberá garantizar el correcto estado y suficiencia estructural de eslingas, estrobos y resto de equipos de izado mediante la realización de las comprobaciones y justificaciones correspondientes. Se deberán utilizar cabos de gobierno para guiar y situar las cargas suspendidas. Así mismo, el empresario contratista deberá garantizar que no exista personal alrededor de las cargas suspendidas y que se adopten los procedimientos necesarios para que no se aproximen los operarios a las cargas hasta que éstas estén correctamente afianzadas.

Además de la observancia del radio de acción anterior, ser deberá definir la distancia de seguridad a respetar para evitar que el equipo o máquina en cuestión entre el alguna zona de peligro por proximidad a la corriente eléctrica (líneas eléctricas)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En todas las instalaciones auxiliares de obra el empresario deberá contar con un documento que garantice su estabilidad y correcto montaje y desmontaje.

Así mismo, el empresario deberá, en previsión de posibles afecciones, comprobar que en las zonas de actuación no existen interferencias o afecciones a conducciones o servicios. El empresario deberá definir las medidas a observar para evitar los vuelcos de maquinaria en su acceso a la zona de trabajo quedando prohibido la superación de las pendientes máximas para las que cada máquina está habilitada.

De cara a las instalaciones provisionales y acometida eléctrica de obra el empresario deberá contar con la documentación técnica que avale su validez y correcto funcionamiento. Así mismo, garantizará que los trabajos en cuestión se lleven a cabo, exclusivamente, por personal autorizado.

En los posibles trabajos de soldadura se deberá atender a los riesgos de explosión y/o incendio disponiendo para ello las medidas preventivas precisas (correcto acopio de las bombonas, ausencia de material inflamable en las proximidades de la soldadura, formación de los operarios, disposición de válvulas antiretroceso…).

Se deberá observar un correcto orden y limpieza en las zonas de acopio de material y accesorios señalizando, en su caso, las zonas de peligro.

Todas las señales, equipos de protección y medidas colectivas deberán contar con la documentación que garantice su conformidad y correcto estado, siendo el empresario contratista principal el responsable de garantizar su correcta utilización, eficacia y suficiencia mediante los pertinentes controles y actuaciones de vigilancia a efectuar por medio de los trabajadores designados y recursos preventivos.

Se deberán concretar en el plan de seguridad y salud las medidas de señalización de los trabajos necesarias para controlar los posibles riesgos de atropello por parte del tráfico rodado indicando, en todo caso, la existencia de trabajadores en aquellas zonas con este tipo de afección.

Previo al comienzo de cualquier trabajo se analizará la existencia de servicios que interfieran en los trabajos, debiéndose de comprobar mediante las mediciones correspondientes que la distancia a la que se encuentran los servicios no implica ningún riesgo para los trabajadores durante el desarrollo de los trabajos, teniéndose en cuenta la variaciones que puedan surgir en el entrono como consecuencia de la obra. Así mismo, se establecerán en el Plan de Seguridad y Salud las medidas de coordinación con la entidad titular del servicio que sean necesarias.

Para todos los trabajos que se desarrollen en el interior de excavaciones (zanjas, cimentaciones) se debe asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación, justificándose técnicamente dicha estabilidad, así como determinándose la presencia de un técnico competente que verifique las condiciones de estabilidad de la excavación

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

previo al inicio de cualquier trabajo. Así mismo, se ha de tener en cuenta la evolución de la técnica y sustituir lo peligroso por lo que entrañe menos o ningún peligro estableciéndose, en su caso, la utilización de sistemas prefabricados de entibación o blindaje para evitar los riesgos propios del montaje de entibaciones tradicionales. Todas las excavaciones han de contar con accesos bien mediante rampa bien mediante escaleras con pasamanos.

Las excavaciones en las que exista riesgo de caída de altura deben de contar con protecciones rígidas en el borde de las mismas.

Los bordes de las excavaciones han de sanearse para evitar la caída de material en el fondo de las mismas.

Todos los pasos de personas sobre zanjas contarán con barandilla y rodapié.

Los elementos auxiliares utilizados para la manipulación de cargas deben de contar con capacidad de carga suficiente para las cargas a manipular, teniéndose en cuenta para la estimación de la capacidad de carga un coeficiente de mayoración.

Se han de establecer y documentar las revisiones periódicas de todos los elementos auxiliares y equipos utilizados en la obra y, con carácter particular, las de aquellos empleados en el izado de cargas. Previo al inicio de cualquier carga se debe de revisar visualmente el estado de los medios auxiliares.

Se han de separar las zonas de trabajo de las zonas de paso de peatones y vehículos, estudiándose la planificación del cerramiento la continuidad a dar en pasos de peatones, el orden de ejecución de los trabajos, planificación de desvíos y separación de las zonas de trabajo respecto a terceros. Se deberán definir en la obra rotocolos de circulación en los que se organice la circulación de maquinaria y personas para todas las actividades de la obra, considerando prioridades de paso, zonas de carga y descarga, zonas de espera, limitación de velocidades, zona de paso especifico para trabajadores limitada de la zona de paso de vehículos.

Se ha de considerar la existencia de accesos adecuados a las zonas de trabajo para todos los trabajos de la obra (incluyendo topografía y control de calidad), así como la disposición de plataformas de trabajo para el desarrollo de trabajos con riesgo de caída de altura, siempre anteponiendo los sistemas de protección colectiva a los equipos de protección individual.

Se concretarán medidas en las que se consideren trabajos de replanteo en zonas de interferencia con circulación o movimientos de maquinaria.

Para los acopios y almacenamientos se ha de considerar la superficie sobre la que se ubican los acopios, la limitación de altura de los acopios en función del material acopiado para garantizar la estabilidad de estos. Se han de establecer medidas preventivas

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

concretas para el acceso a las zonas con riesgo de caída de altura en las operaciones de enganche y desenganche de la carga, así como medios auxiliares para el acceso a dichas zonas. Para concretar la disposición de los acopios se tendrán en cuenta las características de los materiales a acopiar, (inflamabilidad, toxicidad), así como las condiciones de ventilación, iluminación y cubrición de los elementos.

En los trabajos de demolición y desmontaje se tendrá en cuenta la anulación previa de todos los servicios que interfieran con los elementos a demoler, del mismo modo se estudiarán los materiales que componen los elementos a demoler y los riesgos que estos materiales puedan presentar a los trabajadores.

Todo trabajo de demolición y desmontaje ha de estar precedido de un proyecto de demolición en el que se definan los elementos a demoler, el procedimiento de trabajo, así como el orden lógico a seguir para evitar que la inestabilidad de los elementos a demoler puedan suponer un riesgo para los trabajadores, el plan de demolición ha de considerar las protecciones a disponer cuando los elementos a demoler puedan afectar terceras personas, peatones o tráfico.

En los trabajos de tala y retirada de árboles se ha establecer un criterio de comunicación a los trabajadores que se encuentran en el entrono para evitar los riesgos derivados durante la tala. Se han de considerar igualmente medidas preventivas para los trabajos en altura sobre la copa y tronco.

En los rellenos se tendrá en cuenta la capacidad portante de la superficie sobre la que apoyan los vehículos durante la descarga de material, limitándose dicha descarga si la capacidad portante se ve reducida por condiciones climatológicas o por las características geotécnicas del material que compone el relleno. Además, se ha de considerar la limitación de descarga en el borde de las excavaciones bien mediante topes, bien mediante la existencia de personas que auxilien en la descarga.

La descarga de los vehículos se ha de hacer siempre en línea recta sin que la caja del vehículo se encuentre girada, considerándose que el comienzo de la marcha no debe permitirse hasta que la caja no se encuentra totalmente apoyada en el camión.

Todos los trabajos de compactación y especialmente en el borde de rellenos han de considerar las características de estabilidad de la maquinaria utilizada en estas operaciones, estas limitaciones deben de basarse en las prescripciones establecidas por cada fabricante así como el grado de deformación e inclinación que pueda experimentar el relleno. En la compactación con equipos manuales se tendrán en cuenta las operaciones de desplazamiento y ubicación del equipo en el interior de la excavación a compactar. Se ha de prohibir la presencia de cualquier persona ajena a la manipulación de los equipos de compactación en el entorno de la maquinaria durante el proceso de compactación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La colocación de elementos en el interior de zanjas se realizará manipulando éstos con los elementos dispuestos por el fabricante del material para ello. En el caso de que no existan elementos específicos los elementos auxiliares serán redundantes.

La manipulación de encofrados se ha de realizar con los útiles especificados por cada fabricante para ello. Durante las fases de montaje y desmontaje de los encofrados se ha de asegurar la estabilidad de los mismos. Todos los trabajos necesarios para el correcto montaje y desmontaje de los encofrados se realizarán sobre plataformas de trabajos con protecciones colectivas.

Previo al comienzo de los trabajos de hormigonado se han de revisar todos los elementos que aseguran la estabilidad del encofrado, estos elementos serán los especificados por el fabricante en cada caso y se ubicarán y montarán en base a un cálculo o proyecto técnico justificativo.

Para los encofrados de madera se considerarán las secciones de los paneles, así como de los elementos de apuntalamiento en base a los cálculos resultantes de los empujes a los que se vean sometidos.

El desencofrado se realizará de forma inversa al encofrado, manteniéndose la estabilización de las piezas de encofrado hasta que se realice su agarre con la grúa.

Durante los trabajos de montaje de ferralla se asegurará la estabilidad del conjunto de la ferralla tanto durante su puesta en obra como durante su manipulación.

Los conjuntos de ferralla deben de contar con puntos específicos para su izado, estos puntos serán calculados debiendo de contar con la resistencia suficiente para soportar el peso del conjunto durante su manipulación.

Para los trabajos de montaje de ferralla en altura se ha de considerar el establecimiento de protecciones colectivas.

Para el desarrollo de todos los trabajos de hormigonado se dispondrá de plataformas de trabajo con rodapié y barandillas, dichas plataformas deben de contar con accesos adecuados mediante escaleras con pasamanos.

Previo a las operaciones de hormigonado se realizará un estudio en el que se determine la posición de hormigoneras equipos de elevación y bombas de hormigonado según el caso, para este estudio se considerará los accesos a la zona de hormigonado, zonas de espera y limpieza, así como la capacidad portante del terreno sobre el que apoyan equipos de elevación y bombas de hormiogonado según el caso.

Para los trabajos de pavimentación se considerará las interferencias con tráfico y peatones delimitándose la zona a aglomerar en cada caso. Los trabajos de extensión de firmes se realizarán completamente separados del tráfico prohibiéndose el acceso de los trabajadores a las zonas con presencia de tráfico. Se han de establecer procedimientos

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

en los que se definan las rutas de circulación en el tajo, así como la forma de desarrollarse las descargas en los equipos de extensión. Se debe de nombrar a una persona que organice las corrientes circulatorias así como las maniobras de aproximación al equipo de extendido. Previo al comienzo del extendido se ha de llevar a cabo un estudio del gálibo de los elementos que se encuentran en la zona a aglomerar.

La manipulación de los materiales se realizará utilizando medios auxiliares específicos que eviten la manipulación manual de cargas cuando dicha manipulación supere los 25 Kg por cada trabajador. Los cortes de elementos se deben de realizar por vía húmeda.

Para los trabajos de colocación de elementos prefabricados se ha de tener en consideración la preparación de un procedimiento en el que se consideren los accesos a la obra para la entrada del material prefabricado, en el procedimiento se han de considerar los trabajos de preparación de los elementos prefabricados previo al montaje, considerándose el riesgo de caída de altura, igualmente el procedimiento ha de considerar la posición y ubicación de los equipos utilizados en el izado y colocación de los elementos, así como las zonas en las que se ubicarán los trabajadores que controlan las operaciones de colocación.

Los elementos prefabricados deben de contar con puntos específicos para el izado de los mismos, estos puntos han de contar con cálculos justificados acordes a la carga a soportar, igualmente las zonas de amarre han de garantizar la estabilidad del elemento prefabricado durante la fase de montaje.

Debe de nombrarse una persona responsable de dirigir todas las operaciones del montaje el cual dispondrá de comunicación permanente con los operadores de los equipos de elevación.

Todas las protecciones de las que deban de disponer los elementos prefabricados serán instaladas a nivel de suelo previo a su montaje.

Los equipos de corte deben disponer de doble válvula antirretorno, las mangueras se protegerán del paso de personas y vehículos. Las botellas permanecerán en todo caso en posición vertical y protegidas del sol. Para los trabajos de corte y soldadura en espacios cerrados se dispondrá de sistemas de ventilación forzada. Todas las zonas de trabajo en las que se realicen trabajos de corte y soldadura deben de disponer de equipos de extinción adecuados al tipo de fuego que se pueda generar. Con antelación a los trabajos de corte y soldadura se estudiarán las características del material tales como el tipo de material que lo compone o la existencia de recubrimiento en el mismo.

Para las pruebas, puestas en marcha o en carga de todo tipo de instalaciones se ha de elaborar un procedimiento en el que se contemple la revisión previa de todos los elementos que componen la instalación, elementos de apertura, corte, protecciones de la instalación, en este procedimiento se establecerá un sistema de comunicación en el que se avise del desarrollo de las pruebas a todas las personas que se vean afectadas,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

así como se delimite el acceso a las zonas de la instalación que puedan suponer riesgos durante la fase de pruebas.

Se debe nombrar un responsable de la instalación eléctrica el cual garantice que las condiciones de la instalación eléctrica cumple con las prescripciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y normas UNE citadas en dicho Reglamento.

Se establecerán programas de revisión periódica de los elementos de la instalación y resistencias a tierra, estas revisiones deben de quedar documentadas.

Todos los trabajadores deben de contar con autorización de su empresa para la utilización de maquinaria y equipos. Se han de establecer procedimientos de control para que solo aquellos trabajadores que cuenten con formación y experiencia contrastada puedan utilizar la maquinaria y equipos.

La maquinaria se ha de utilizar, mantener y reparar conforme a las instrucciones del fabricante.

El montaje de los elementos auxiliares se ha de realizar siguiendo un plan de montaje predeterminado y bajo la dirección de un técnico competente. Una vez terminado el montaje de un medio auxiliar el responsable del montaje debe de verificar que éste es correcto siguiendo un guión y emitiendo un certificado de correcto montaje. No se puede comenzar el empleo de un medio auxiliar hasta que no exista un certificado de correcto montaje, la prohibición de utilizar un medio auxiliar concreto al no estar completado su montaje ha de señalizarse sobre el elemento en sí.

La utilización de escaleras manuales se limitará a las circunstancias en que la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo.

El área de trabajo debe de mantenerse libre de obstáculos.

Las protecciones colectivas estarán en acopio suficiente para su uso inmediato dos días antes de la fecha decidida para su montaje.

Serán nuevas, a estrenar y todos los medios de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Serán instaladas previamente antes de iniciar cualquier trabajo o actividad que requiera su montaje. Queda prohibido el comienzo de un trabajo o actividad que requiera protección colectiva, hasta que esta esté montada por completo en el ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.

Se desmontará de inmediato, toda protección colectiva en uso en la que se aprecien deterioro o mermas efectivas de calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual. En cualquier caso, estas situaciones se evalúan como riesgo intolerable.

Durante la realización de la obra, puede ser necesario variar el modo o la disposición de la instalación de la protección prevista en este estudio de seguridad y salud. Si esto ocurre, la nueva situación será definida en los planos de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Las protecciones colectivas están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de obra; es decir: trabajadores de la empresa principal, los de las empresas subcontratistas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos y visitas de los técnicos de dirección de obra o de la Propiedad; visitas de las inspecciones de organismos oficiales, o de invitados por diversas causas.

Para el montaje y uso correcto de la protección colectiva se usarán equipos de protección individual para defenderse de idénticos riesgos.

El uso de un equipo de protección colectiva nunca representará un riesgo en sí mismo.

El Contratista designará una persona competente, que conozca a fondo la naturaleza de los riesgos y el tipo, alcance y eficacia de los medios de protección necesarios, que se encargará de:

- Seleccionar los medios de protección colectiva.
- Disponer su adecuada colocación, mantenimiento y almacenamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.1.2. Características fundamentales

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

2.1.3. Vallas autónomas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm. de altura estando construidas a base de tubos metálicos de 2,50 m de longitud y 1,10 m de altura. Formada por bastidor tubular 0,40x1,5 m y barras transversales Ø 16 mm.

Estarán dotadas de anclajes laterales para poder unirse entre si, formando una valla continua y de patas para mantener su verticalidad.

2.1.4. Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrá realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

2.1.5. Redes soportes y anclajes

Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas. Cumplirán lo siguiente:

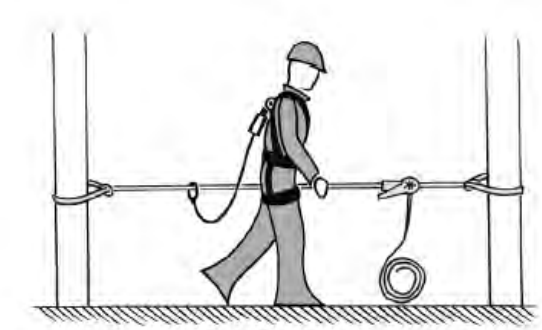
- Redes tipo V (EN 1263-1 y 2)
- Redes tipo S (EN 1263-1 y 2)
- Redes bajo forjado (UNE 81652)
- Redes verticales de fachada: Actualmente no existe norma UNE que especifique este sistema (existe un PNE-81651 en desarrollo) por lo que se recurrirá a un fabricante de redes de reconocida solvencia técnica y a una empresa instaladora especializada. Estará certificada conforme a los estándares del fabricante aportando un ensayo satisfactorio y las instrucciones de instalación y mantenimiento.

2.1.6. Líneas de vida

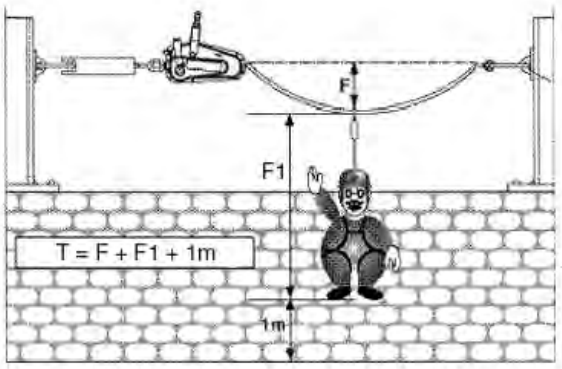
Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las líneas de vida serán clase B (transportables) y tendrán marcado CE:



b) Línea de anclaje provisional de cinta



Los dispositivos de anclaje cumplirán la norma UNE-EN 795:1997 y su modificación UNE-EN 795/A1:2001. No se consideran dispositivos de anclaje los elementos que constituyen los equipos de protección individual contra caídas de altura que cumplirán las normas UNE-EN 353.1 y UNE-EN 353.2.

Los dispositivos de anclaje de las clases B y E están incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial sobre EPI en transposición del Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE), por lo que se consideran EPI. Así pues, deben llevar marcado CE y están sometidos a las exigencias de la Directiva que obliga al fabricante o distribuidor a disponer de la declaración de conformidad, que certifica que un organismo homologado ha realizado un examen de tipo CE del producto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se consideraran para su elección:

NORMA	DISPOSITIVOS DE ANCLAJE					
	795-A1	795-A2	795-B	795-C	795-D	795-E
SITUACIONES DE TRABAJO *						
Cubiertas / Tejados Inclinados	○	●	ELIGIR DISPOSITIVO ADECUADO PARA CADA CASO	●	●	
Cubiertas / Azoteas planas	●			●	●	●
Puentes grúa	●			●	●	
Caminos de rodadura	○			●	●	
Fachadas, exteriores de edificios	●			●	●	
Edificio en construcción	●			●	○	●
Grúas / Grúas torres	●			●	○	
Pozos, hornos, interiores de silos	●					
Silos exterior	●			○		○
Descarga cisternas, Trabajos sobre trenes	○			●	●	
Góndola de eólicos	●			●		
Torres de eólicos	○					
Panel publicitario	●			●	●	
Torres de telecomunicación	○					
Torres eléctricas	○					
Cintas transportadoras	●			●	●	
Maquinaria elevada	●			○	●	
Alas de avión	●			○	●	

Tabla 1. Tipos de dispositivos de anclaje y sus aplicaciones ● *Utilización apropiada* ○ *Utilización apropiada pero no habitual*

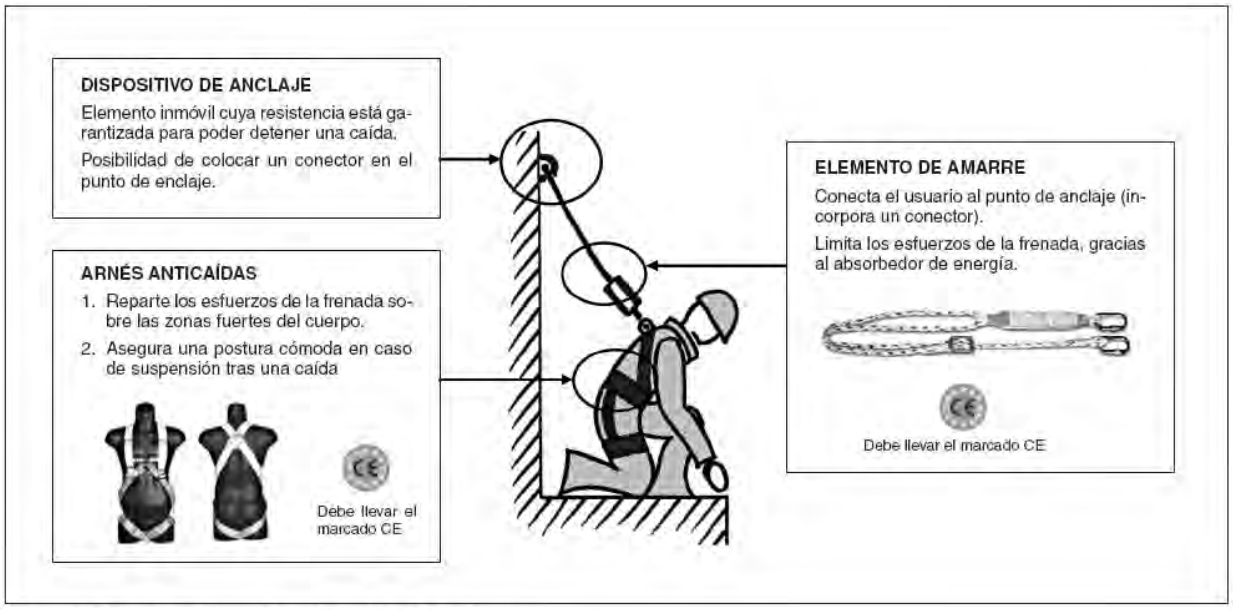


Figura 1. Ejemplo de dispositivo de anclaje. Definiciones

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Si se utilizaran anclajes de Clase C: Se trata de una línea flexible, hecha con cable metálico o de fibras sintéticas, situada entre anclajes de extremidad fijados mediante un anclaje estructural. El EPI contra caídas (amarre con conector) se conecta directamente a la línea flexible o mediante un carro provisto de un punto de anclaje, utilizando para ello un conector adecuado y compatible. Según la longitud de la línea, puede ser necesario el uso de anclajes intermedios (soportes intermedios de dicha línea) para disminuir la tensión y flecha que experimenta el cable en una caída.

Los requisitos principales que deben cumplir estos dispositivos son:

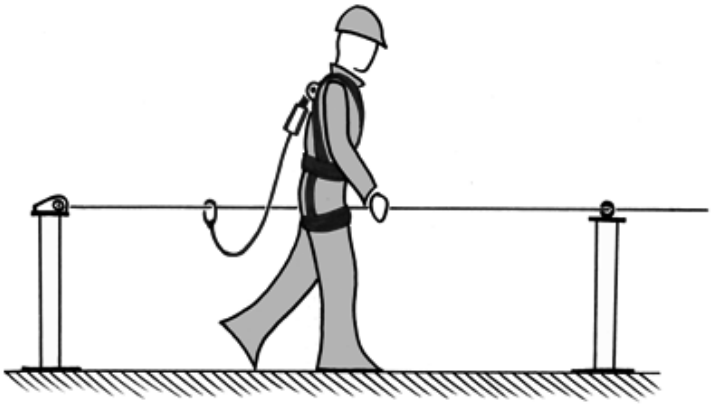
- Angulo respecto a la horizontal ≤ 15º
- Todas las piezas y componentes deben resistir el doble del esfuerzo previsto (factor de seguridad 2)
- Debe respetarse la altura mínima requerida libre de obstáculos.

El diseño de la línea debe ser tal que permita desplazar se por toda la zona de trabajo de forma que el operario recorra toda línea estando conectado en todo momento.

Pueden ser:

- Con uno o varios vanos
- Con o sin disipador de energía
- Unidireccionales o con cambios de dirección
- Circulares o ramificadas
- Para uno o varios operarios

En las figuras siguientes se pueden ver todos elementos del dispositivo y la terminología utilizada que sirve para diseñar y calcular la misma:



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los elementos de protección deberán ser certificados conforme a normas UNE EN o similar. Cuando el contratista fabrique el mismo, sistemas de protección como líneas de vida deberán ser acompañadas de las notas de cálculo conforme a la NTP de aplicación (809 y 843) y ser certificado su resistencia y montaje.

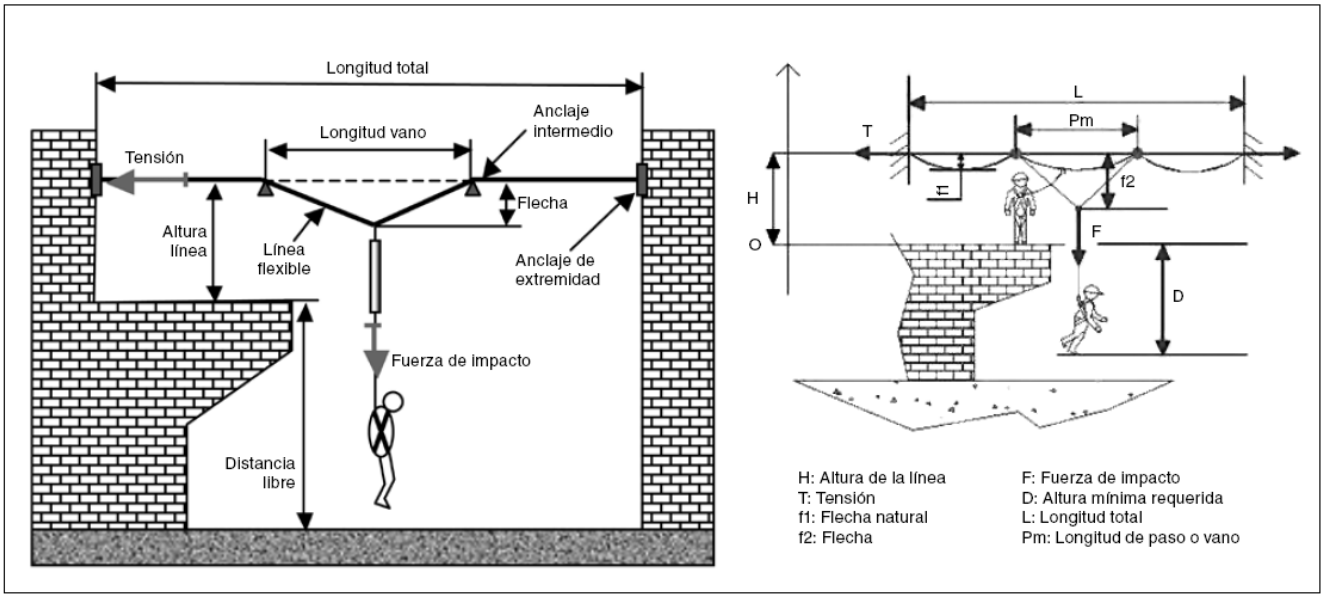


Figura 2. Ejemplos de parámetros que intervienen en el diseño de un tipo de instalación

Los anclajes estructurales cumplirán su normativa específica y la NTP 893 Anclajes estructurales.

La utilización de arnés de seguridad será obligada, siempre que el riesgo de caída de altura no pueda ser cubierto por protecciones colectivas y en trabajos puntuales o de colocación de protecciones que aconsejen su preferible utilización.

2.1.7. Interruptores diferenciales y tomas de tierra

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 30 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencia, una tensión máxima de 24 V.

Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.1.8. Barandillas

Cumplirán la norma UNE EN 13374 de sistemas de protección de borde debiendo certificarse su montaje.

Las barandillas protectoras de plataformas de trabajo se colocarán cuando exista riesgo de caída desde más de dos metros de altura. Deberán reunir las siguientes características:

- Estarán construidas con materiales rígidos y resistentes.
- Estarán firmemente sujetas al piso que tratan de proteger, o a estructuras firmes a nivel superior o laterales.
- La altura será como mínimo de 100 cms. sobre el piso y el hueco existente entre barandilla y rodapié (de 20 cm. de altura) estará protegido por un larguero horizontal.
- El hueco existente entre la plataforma y la barandilla será protegido por una barra o listón horizontal intermedio.
- La ejecución de la barandilla será tal que ofrezca una superficie con ausencia de partes punzantes o cortantes que puedan causar heridas.

2.1.9. Malla tupida

Malla perforada de poliestireno estrusionado, de cuadricula a 1 mm. Se instalarán ancladas en la barandilla perimetral de estructura, en las zonas con riesgos de caída de objetos, como retención de caída de objetos.

2.1.10. Cinta de balizamiento

Será flexible, fabricada en polietileno de alta resistencia a la tracción mecánica, galga 200 tipo bolsa, y anchura de 80 mm. Impresión bicolor (bandas amarillas y negras).

2.1.11. Malla plástico tipo stopper

Malla de polietileno extrusionada de alta densidad (PEHD) resistencia a la tracción longitudinal de 1.000 kg/m. cuadricula 35x55 mm y altura de 1,00 m. Se utilizará en acotado de zonas de trabajo, señalización de obstáculos y como complemento a la barandilla de borde de excavación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.1.12. Cubiertas

Los huecos, sobre el piso de las estructuras u otras construcciones, de dimensiones reducidas, deberán estar dotados de cubiertas resistentes de chapa o madera, escuadrada de pino en tabla, provistos de tacos y otros dispositivos en su cara inferior que impidan su deslizamiento.

2.1.13. Señales de circulación y balizamiento

Estarán de acuerdo con la normativa vigente y, en especial, es atendrán a lo indicado en la Norma 8.3-IC "Señalización de Obras" (O.M. 31.8.87).

2.1.14. Señales de seguridad

Se proveerán y colocarán de acuerdo con el R.D. 485/1.997 de 14 de Abril, por el que se aprueban las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en el trabajo.

2.1.15. Escalera de mano

Serán metálicas o de madera comercializadas. Superarán en 1,00 m., los puntos superiores de apoyo, dispondrán de zapatas antideslizantes en la base, se anclarán en la parte superior, y debe colocarse con un ángulo 1:4.

Se prohíbe la ejecución en obra de escaleras manuales prefabricadas

2.1.16. Plataforma de trabajo

Tendrán como mínimo 0,60 m. de ancho y las situadas más de 2,00 m. del suelo estarán dotadas de barandillas de 1,0 m. de altura, listón intermedio y rodapié. Suelo antideslizante.

2.1.17. Extintores

Será adecuado el agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible y se revisarán cada 6 meses como máximo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.1.18. Cables

Los cables utilizados en obra deberán ser de tipo y dimensiones apropiadas a las operaciones en que se vayan a emplear, con un factor de seguridad mínimo de seis.

Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.

Se inspeccionarán periódicamente, desechándose aquellos que tengan defectos producidos por inadecuada manipulación como hernias, cocas, jaulas, etc., o hilos rotos en número superior a 10 por 100 del total de los mismos, contados a lo largo de dos tramos de cableado, separados entre sí por una distancia inferior a 8 veces su diámetro.

No apoyarán en esquinas vivas, y el diámetro de los tambores de izar no será inferior a 30 veces el cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.

2.1.19. Ganchos

Serán de acero o hierro forjado, las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas y estarán equipados con pestillos y otros dispositivos de seguridad, para evitar que las cargas puedan salirse.

2.1.20. Riego

La zona para vehículos se regará convenientemente para evitar levantamiento de polvo.

2.1.21. Medios auxiliares de topografía

Los medios auxiliares de topografía tales como cintas, jalones, mira, etc., serán dieléctricos para evitar riesgos eléctricos dentro de la obra.

2.1.22. Pasarelas sobre zanjas.

Se podrán construir con madera dotándolas de barandillas y rodapié.

2.1.23. Maquinaria y medios auxiliares.

Todo elemento móvil que se pueda atrapar, pinchar, cortar, etc., y que se encuentre a menos de 2 m del suelo será protegido con carcasas. Toda manipulación en máquinas y vehículos se hará a máquina parada.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.2.Equipos de protección individual

2.2.1. Disposiciones generales

Además del equipo normal de trabajo (casco y mono), antes de comenzar los trabajos se dotará a los hombres de los elementos de protección específicos para cada actividad, debiendo considerar estos elementos como una herramienta más de trabajo.

La protección individual no dispensa, en ningún caso, de la obligación de emplear las protecciones colectivas.

Todo elemento de protección individual se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo, normas técnicas vigentes y a lo dispuesto en el Real Decreto 542/2020.

En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

Está absolutamente prohibido adquirir elementos de protección que no estén homologados y normalizados por el Servicio de Seguridad y Salud de la Empresa.

El Contratista designará una persona competente, que conozca a fondo la naturaleza de los riesgos y el tipo, alcance y eficacia de los medios de protección necesarios, que se encargará de:

- Seleccionar las ropas y equipos de protección personal.
- Disponer su adecuado almacenamiento, mantenimiento, limpieza y, si fuera necesario por razones sanitarias, su desinfección y/o esterilización a intervalos apropiados.

Los trabajadores tienen la obligación de utilizar y cuidar en forma adecuada la ropa y equipo de protección personal que se les suministre.

Deberá instruirse a los trabajadores en el uso, manejo y cuidados de la ropa y equipo de protección personal.

Las dotaciones mínimas exigibles para las distintas prendas de protección personal serán las siguientes:

- Cascos: 1,5 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Botas de seguridad: 1,5 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Monos de trabajo: 2 x Año.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Guantes de uso general: 3 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Guantes de goma: 4,5 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Guantes de electricidad: 0,1 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Botas de agua: 1/3 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Gafas: 0,15 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Equipos de soldador: 3 x Nº máximo de soldadores x Nº años x 1,2
- Impermeables: 0,7 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Cinturón anti-vibratorio: 1 x Nº máximo de maquinistas x Nº años x 1,2
- Cinturón de seguridad: 0,3 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Auriculares: 0,1 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- Mascarillas anti-polvo: 0,15 x Nº máximo de trabajadores x Nº años x 1,2
- •Filtros para mascarilla: 48 x Nº de mascarillas x Nº años x 1,2

2.2.2. Elementos de protección personal más usuales

Las protecciones personales más usuales en las obras son las que se reflejan a continuación:

- Casco de seguridad, clase N. Cuando exista posibilidad de golpes en la cabeza, o caída de objetos.
- Casco de seguridad, clase E. Para trabajos en cercanías de líneas eléctricas. Casco antirruido. Para trabajos en los que la formación de ruido sea excesiva.
- Protector auditivo con arnés a la nuca. Para trabajos en los que la formación de ruido sea excesiva.
- Tapones auditivos. Para trabajos en los que la formación de ruido sea excesiva.
- Gafas contra proyecciones. Para trabajos con posible proyección de partículas, protege solamente los ojos.
- Gafas contra polvo. Para utilización en ambientes pulvígenos.
- Pantalla de seguridad anti-partículas. Para trabajos con posible proyección de partículas, protege ojos, cara y zona del cuello.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Pantalla para soldador con fijación en la cabeza. Se emplea en los trabajos donde se requieran las dos manos para realizar el trabajo.
- Pantalla de soldador de sustentación manual. Se emplean en los trabajos que permitan utilizar una mano para la sujeción de la pantalla.
- Pantalla de seguridad contra protección de partículas.
- Gafas de seguridad para oxicorte.
- Mascarilla anti-polvo con filtro recambiable. Se utiliza cuando la formación de polvo durante el trabajo no se pueda evitar por absorción o humidificación. Irá provista de filtro mecánico recambiable.
- Filtro para mascarilla anti-polvo.
- Cinturón de seguridad, clase A (sujeción). Para todos los trabajos con riesgo de caída de altura será obligatorio. El operador de grúa torre y/o maquinillo lo anclará a lugar sólido de la estructura, nunca al propio aparato.
- Cinturón anti-vibratorio. Para conductores de Dumpers y toda maquinaria que se mueva por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen martillos neumáticos.
- Cabos de anclaje, con mosquetones y/o “maillones”.
- Arnés de seguridad.
- Mono de trabajo. Para todo tipo de trabajo.
- Buzo o traje de trabajo impermeable. Para días de lluvia o para sitios donde existan filtraciones o salpicaduras.
- Guantes de goma. Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos y otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.
- Guantes aislantes de la electricidad. Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que están o tengan posibilidad de estar con tensión.
- Guantes de malla metálica anti-corte. Para manejo de objetos pesados con aristas.
- Guantes de neopreno.
- Manoplas.
- Protector de manos para puntero. Para los trabajos en los que se requiera el puntero.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Guantes para soldador en cuero. En especial para la soldadura por arco y oxicorte.
- Mandil de cuero para soldador. En especial para la soldadura por arco y oxicorte.
- Manguitos para soldador en cuero. En especial para la soldadura por arco y oxicorte.
- Polainas para soldador en cuero. En especial para la soldadura por arco y oxicorte.
- Botas de goma con plantillas de acero. Se utiliza en días de lluvia, en trabajos en zonas húmedas o con barro. También en trabajos de hormigonado.
- Botas de cuero con plantilla de acero y puntera reforzada. En todo trabajo en el que exista movimiento de materiales y la zona de trabajo esté seca. También en trabajos de encofrado y desencofrado.
- Botas dieléctricas. Para uso de los electricistas.
- Banqueta aislante. Se usará como medio de protección en los trabajos y maniobras en instalaciones de AT, realizadas en interiores o a la intemperie.
- Pértiga para alta tensión. Siempre que se tenga que comprobar líneas de alta tensión.
- Chaleco y manguitos reflectantes.
- Cinturón porta-herramientas.
- Radio transmisor portátil.

2.2.3. Normativa general sobre los equipos de protección personal

Los equipos de protección individual y la forma de empleo de los mismos deberán ser conformes a lo estipulado en las normativas reseñadas en el punto 1 del presente Pliego.

En lo referente al articulado de la Ordenanza de Seguridad e Higiene de 9 de Marzo de 1971, se tendrá especial observancia en el artículo:

- Nº 140 Radiaciones peligrosas
- Radiaciones infrarrojas
- Radiaciones ultravioletas
- Radiaciones ionizantes

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los Equipos de Protección Individual deberán cumplir con la normativa incluida en el Listado de normas armonizadas en el ámbito del Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo, "EPI", en particular las siguientes normas técnicas:

- Cascos: UNE-EN 812:1998
- Protectores auditivos: UNE-EN 458:1994, UNE-EN 352-1 y 2:1994 y UNE EN 352 :1997
- Guantes y manoplas para trabajos eléctricos: UNE-EN 60903/A11:1997, UNE EN 60903:2000, UNE-EN 50237:1998.
- Ropa y accesorios para trabajos en tensión: UNE-EN 50286:2000, UNE EN 50321:2000, UNE-EN 60984/A11:1997 y UNE-EN 60984:1995.
- Herramientas y útiles para trabajos en tensión: UNE-EN 60743:1997,
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos: UNE-EN 388:1995.
- Requisitos generales para los guantes: UNE-EN 420:1995.
- Guantes de protección contra el frío: UNE-EN 511:1996.
- Equipos de protección respiratoria:
- Máscaras, semimáscaras y mascarillas: UNE-EN 136:1998, UNE-EN 140:1999, UNE EN 405:1993 Y UNE-EN 149:1992.
- Filtros contra gases y mixtos: UNE 81285:1992
- Filtros contra partículas: UNE 81284:1992
- Otros componentes: UNE 81283:1991, UNE-EN 144-1 y 2:1992, UNE-EN 148-1, 2 y 3:1999
- Equipos de protección respiratoria con ventilación asistida:
- Equipos: UNE-EN 137:1993, UNE-EN 138:1995, UNE-EN139/A1:1999, UNE EN 139:1995,UNE-EN 145:1998, UNE-EN 1835:2000, UNE-EN 12419:1999.
- Dispositivos filtrantes: UNE-EN 146:1992, UNE-EN 147:1992, UNE EN 12083:1998, UNE-EN 12942:1999.
- Ropa de protección para el uso de motosierras: UNE-EN 381-5:1995 y UNE EN 7:2000

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Guantes de protección contra productos químicos: UNE-EN 374-1:1995.
- Filtros de soldadura: UNE-EN379/A1:1998 Y UNE-EN 379:1994
- Ropas de protección para la soldadura: UNE-EN 470-1/A1:1998 y UNE EN 470 1:1995
- Equipos de protección individual contra caídas en altura: UNE-EN 353 2 y 3:1993, UNE-EN 354:1993, UNE-EN 355:1993, UNE-EN 358:1993, UNE-EN 360:1993, UNE EN 361:1993, UNE-EN 362:1993, UNE-EN 363:1993, UNE-EN 365:1993, UNE EN 795:1997, UNE-EN 813:1997 y UNE-EN 1891:1999.
- Equipos de protección individual contra caídas en altura, dispositivos de descenso: UNE-EN341:1997
- Ropa de señalización de alta visibilidad: UNE-EN 471:1995.
- Ropa de protección contra riesgos de atrapamiento por maquinaria: UNE EN 510:1994
- Protección individual de los ojos, requisitos: UNE-EN-166:1995
- Protección individual de los ojos, filtros: UNE-EN 169:1993, UNE-EN 170:1993, UNE EN 171:1993, UNE-EN 172/A1:2000 Y UNE-EN 172:1995.
- Ropas de protección, requisitos generales: UNE-EN 340:1994.
- Calzado de seguridad, de protección y de uso profesional: UNE-EN 344-2:1996, UNE EN 345-2:1996, UNE-EN 345:1993, UNE-EN 345/A1:1993, UNE-EN 346-2:1996, UNE-EN 346:1993, UNE-EN 346/A1:1997, UNE-EN 347-2:1996, UNE EN 347/A1:1997, UNE-EN 347:1993.

2.2.4. Protección de cara y ojos

Se emplearán pantallas de protección, gafas antipartículas y gafas anti-polvo para la protección contra:

- Soldadura eléctrica.
- Soldadura oxiacetilénica.
- Acción de polvos y humos.
- Proyecciones.
- Salpicaduras.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Radiaciones.
- Sustancias Gaseosas.

Cuando las proyecciones sean incontroladas, se usarán las pantallas y las gafas juntas para conseguir una protección más completa.

2.2.5. Protección de oídos.

Cuando en un puesto de trabajo el nivel de ruido sea superior al margen de seguridad establecido, será obligatorio el empleo de elementos de protección auditiva.

2.2.6. Protección de piernas y pies.

En todos los trabajos con riesgo de accidentes en los pies, se empleará calzado con puntera reforzada. Ante el riesgo de elementos punzantes, se usarán plantillas anti-clavos.

En trabajos con peligro eléctrico, se utilizará calzado aislante, sin elementos metálicos. Cuando las chispas supongan un riesgo, el calzado no tendrá ningún elemento metálico.

Frente al agua y humedad se usarán botas altas de goma. Ante riesgos químicos, medios corrosivos, etc., se usará calzado de caucho, o neopreno, con piso de madera.

Cuando se manejen sustancias a alta temperatura, se usará calzado de amianto o suela aislante. Las suelas serán antideslizantes cuando el suelo sea deslizante. Además del calzado se usará, según los casos cubrepiés y/o polainas.

2.2.7. Protección de brazos y manos.

La protección de manos, antebrazos y brazos, se hará por medio de guantes, manguitos y mitones de características adecuadas a los riesgos específicos, a prevenir pudiendo ser de tela, cuero, goma, polivinilo, amianto, etc. Además de los guantes y manguitos, se empleará cuando proceda cremas protectoras.

Los guantes dieléctricos llevarán marcado en forma indeleble el voltaje máximo para el que se puede emplear, debiendo comprobar periódicamente la ausencia de rotos o poros.

Los guantes de manos se usarán cuando se empleen herramientas (puntero, cincel etc.) conjuntamente con un elemento de percusión manual (martillo o maza).

Cuando la herramienta y la maza sean manejadas por personas distintas, se empleará una tenaza alargadera para la herramienta.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.2.8. Protección del aparato respiratorio.

Las mascarillas con filtro sólo se emplearán en lugares con buena ventilación y en que no exista déficit de oxígeno.

Se conocerán los agentes que vician el medio ambiente (polvo, humos, nieblas, vapores orgánicos, gases, etc.) para elegir los filtros adecuados. Los filtros químicos se cambiarán después de cada uso.

En aquellos lugares en los que el abastecimiento de aire respirable no esté garantizado, existan atmósferas tóxicas o emanaciones peligrosas que no puedan neutralizarse con filtros, se emplearán equipos de aire inyectado o máscara a manguera. Los equipos de respiración autónoma sólo serán usados por personal entre¬na¬do.

2.2.9. Arnes anticaídas.

En todo trabajo en altura con peligro de caída eventual, será preceptivo el uso de arnés de seguridad.

Estos arneses serán de cinta tejida en lino, algodón o fibra sintética apropiada y tendrán una anchura comprendida entre los 10 y 20 centímetros.

Se revisarán siempre antes de su uso, y se desecharán cuando tengan cortes, grietas o deshilachados que comprometan su resistencia, calculada para el cuerpo humano en caída libre.

Irán provistos de anillas por donde pasará la cuerda salvavidas, aquéllas no podrán ir sujetas por medio de remaches.

La cuerda salvavidas será de nylon o de cáñamo de manila con un diámetro de 12 milímetros en el primer caso, y de 17 milímetros en el segundo. Queda prohibido el cable metálico, tanto por el riesgo de contacto con líneas eléctricas cuanto por su menor elasticidad para la tensión en caso de caída.

Se vigilará de modo especial la seguridad del anclaje y su resistencia. En todo caso, la longitud de la cuerda salvavidas debe cubrir distancias lo más cortas posibles.

2.2.10. Cinturones antivibratorios.

Se usarán para proteger el tronco contra las vibraciones, esfuerzos, movimientos bruscos, etc., (Conductores, maquinistas, perforistas con martillo, martillo rompedor, movimiento de cargas a mano, etc.).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.2.11. Protecciones diversas.

Además de los medios de protección pormenorizados anteriormente, en esta obra debe considerarse los siguientes:

- Mono de invierno, en trabajos subterráneos y de intemperie a bajas temperaturas.
- Trajes de agua y pantalones-río, para trabajos en días lluviosos, ambientes de humedad acusada o en agua.
- Válvulas anti-retorno, en todos los sopletes oxiacetilénicos.
- Prendas reflectantes. (Chalecos, manguitos, polainas, etc.), en trabajos nocturnos, señalistas y, en general, cuando haya que detectar una posición individual.
- Jalones, cintas y miras dieléctricas, en todos los trabajos topográficos con riesgo de contacto directo o indirecto con líneas o elementos en tensión.

3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS UTILIZADOS EN LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

En la Memoria se incluyó el Plan de Prevención y Extinción de Incendios, en el que se indican unas medidas generales para la prevención de incendios. Además de las consideraciones reflejadas en ese Plan se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento:

- Queda prohibido la realización de hogueras no aisladas de su entorno, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y similares en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- Se establece como método de extinción de incendios, la utilización de extintores cumpliendo la norma UNE 23.110, aplicándose por extensión, el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

3.1. Extintores de incendios

Los extintores serán los conocidos con los códigos “A”, “B” y los especiales para fuegos eléctricos.

Lugares en los que se instalarán extintores de incendios:

- Vestuario y aseos del personal de obra.
- Comedor del personal de obra.
- Local de primeros auxilios.
- Oficinas de la obra, independientemente de que la empresa que las utilice sea contratista o subcontratista.
- Almacenes con productos o materiales inflamables.
- Cuadro general eléctrico.
- Cuadros de máquinas fijas de obra.
- Almacenes de material y todo tipo de talleres.
- Acopios especiales con riesgo de incendio.

Está prevista además, la existencia y utilización, de extintores móviles para trabajos de soldadura capaces de originar incendios.

3.1.1. Mantenimiento de los extintores de incendio

Los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante, que deberá concertar el Contratista de la obra con una empresa acreditada para esta actividad.

3.1.2. Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios

Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro, según las necesidades de extinción previstas.

En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor y en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con la oportuna pictografía y la palabra EXTINTOR.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Al lado de cada extintor, existirá un rótulo grande formado por caracteres negros sobre fondo amarillo, que mostrará la siguiente leyenda:

NORMAS PARA EL USO DE EXTINTOR DE INCENDIOS

En caso de incendio, descuelgue el extintor.

Retire el pasador de la cabeza que inmoviliza el mando de accionamiento.

Póngase a sotavento; evite que las llamas o el humo vayan hacia usted.

Accione el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas, hasta apagarlas o agotar el contenido.

Si observa que no puede dominar el incendio, pida que alguien avise al "Servicio Municipal de Bomberos" lo más rápidamente posible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE LA MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

4.1.Disposiciones generales

La maquinaria a utilizar en obra deberá cumplir con las disposiciones vigentes sobre la materia con el fin de establecer los requisitos necesarios para obtener un nivel de seguridad suficiente, de acuerdo con la práctica tecnológica del momento y a fin de preservar a las personas y los bienes de los riesgos de la instalación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de las máquinas.

Toda máquina de nueva adquisición deberá cumplir en origen las condiciones adecuadas a su trabajo, tanto de tipo operativo como de seguridad y se exigirá a su fabricante la justificación de su cumplimiento.

Toda máquina o equipo debe ir acompañado de un manual de instrucciones extendido por su fabricante o, en su caso, por el importador. En dicho manual, figurarán las características técnicas y las condiciones de instalación, uso y mantenimiento, normas de seguridad y aquellas otras gráficas que sean complementarias para su mayor conocimiento.

Toda máquina llevará una placa de características en la cual figurará, al menos, lo siguiente:

- Nombre del fabricante.
- Año de fabricación y o suministro.
- Tipo y número de fabricación.
- Potencia.
- Contraseña de homologación, si procede.

Esta placa será de material duradero y estará fijada solidamente a la máquina y situada en zona de fácil acceso para su lectura una vez instalada.

Antes del empleo de máquinas que impliquen riesgos a personas distintas a sus usuarios habituales, habrán de estar dispuestas las correspondientes protecciones y señalizaciones.

Si como resultado de revisiones o inspecciones de cualquier tipo, se observara un peligro manifiesto o un excesivo riesgo potencial, de inmediato se paralizará la máquina en cuestión y se adoptarán las medidas necesarias para eliminar o reducir el peligro o riesgo. Una vez corregida, deberá someterse a nueva revisión para su sanción.

La sustitución de elementos o de piezas por reparación de la máquina se harán por otras de igual origen o, en su caso, de demostradas y garantizada compatibilidad.

Los órganos móviles o elementos de transmisión en las máquinas estarán dispuestos, en su caso, protegidos de modo que eliminen el riesgo de contacto accidental con ellos.

La estructura metálica de la máquina fija estará conectada al circuito de puesta a tierra y su cuadro eléctrico dispondrá de un interruptor magnetotérmico y un diferencial, en el caso de que este cuadro sea independiente del general.

Las máquinas eléctricas deberán disponer de los sistemas de seguridad adecuados para eliminar el riesgo de contacto eléctrico o minimizar sus consecuencias en caso de accidente. Estos sistemas siempre se mantendrá en correcto estado de funcionamiento.

Las máquinas dispondrán de dispositivos o de las protecciones adecuadas para evitar el riesgo de atrapamiento en el punto de operación, tales como: resguardos fijos, apartacuerpos, barras de paro, autoalimentación, etc.

Para el transporte exterior de las máquinas se darán las instrucciones precisas, arbitrarán los medios adecuados y se cumplirán las normativas que los órganos oficiales intervinientes tengan dictadas y afecten al transporte en cuestión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El montaje de las máquinas se hará siempre por personal especializado y dotado de los medios operativos y de seguridad necesarios.

En la obra existirá un libro de registro en el que se anotarán, por la persona responsable, todas las incidencias de que las máquinas se den en su montaje, uso, mantenimiento y reparaciones, con especial incidencia en los riesgos que sean detectados y en los medios de prevención y protección adoptados para eliminar o minimizar sus consecuencias.

No se podrán emplear las máquinas en trabajos distintos para los que han sido diseñadas y fabricadas.

El personal de manipulación, mantenimiento, conductores en su caso, y personal de maniobras deberá estar debidamente cualificado para la utilización de la máquina que se trate.

El personal de mantenimiento será especializado.

4.2. Maquinaria y medios auxiliares más usuales

- Andamios tubulares.
- Barredora.
- Bomba para hormigón.
- Bomba sumergible.
- Bulldózer.
- Camión cisterna de riegos asfálticos.
- Camión de transporte.
- Camión para movimiento de tierras.
- Camión grúa.
- Camión hormigonera.
- Cimbras.
- Compactadores.
- Compresor.
- Dumper.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Escaleras de mano.
- Extendedora de productos bituminosos.
- Grúa autopropulsada.
- Grupo electrógeno.
- Martillo neumático.
- Mesa de sierra circular.
- Motoniveladora.
- Pala cargadora.
- Pisones mecánicos.
- Plataforma móvil elevadora.
- Retroexcavadora.
- Rodillo vibrador autopropulsado.
- Sierra radial.
- Soldadora oxiacetilénica.
- Soldadora por arco eléctrico.
- Taladro portátil.
- Vibrador de hormigón.

4.2.1. Condiciones a cumplir las cimbras convencionales y autoportantes

Se define como cimbra la estructura provisional que tiene por objeto sustentar el peso propio de los encofrados y del hormigón fresco y las sobrecargas de construcción, ajustándose a la forma principal de la estructura, hasta que el proceso de endurecimiento del hormigón se haya desarrollado de forma tal que la estructura descimbrada sea capaz de resistir por si misma las citadas acciones. También quedan incluidas en la definición las cimbras que actúen directamente de encofrados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.2.1.1. Condiciones generales

El proyecto de la cimbra ha de especificar la naturaleza, características, dimensiones y capacidad resistente de cada un de sus elementos y del conjunto.

La D.O. ha de aprobar el proyecto de la cimbra y la autocimbra.

Los elementos que forman la cimbra han de ser suficientemente rígidos y resistentes para soportar, sin deformaciones superiores a las admisibles, las acciones estáticas y dinámicas que comporta el hormigonado.

Los diferentes elementos de la autocimbra han de estar sujetos mediante tornillos de alta resistencia o mediante soldadura. En caso de uso de tornillos de alta resistencia, se comprobará que las condiciones de tratamiento de las caras de las chapas de unión esté conforme con lo especificado en el proyecto de la autocimbra, al igual que el par de apriete de cada uno de los tornillos.

Las presiones transmitidas al hormigón mediante los anclajes no han de producir deformaciones ni esfuerzos perjudiciales para la seguridad estructural del conjunto.

En las obras de hormigón pretensado, la disposición de la cimbra ha de permitir las deformaciones que se derivan del tesado de las armaduras activas y ha de resistir la subsiguiente redistribución del peso propio del elemento hormigonado.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica, sus diferentes elementos han de estar sujetos con tornillos o bien soldados.

Las presiones transmitidas al terreno no han de producir asentamientos perjudiciales para el sistema de hormigonado previsto.

Los arriostrados han de tener la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra, y se han de retirar los que se puedan antes del tesado de las armaduras, si la estructura se ha de pretensar.

La cimbra y la autocimbra han de tener una carrera suficiente para poder realizar las operaciones del descimbrado.

4.2.1.2. Condiciones del proceso de ejecución

Si la estructura puede ser afectada por una corriente fluvial, se han de tomar las precauciones necesarias contra las avenidas.

El montaje de la cimbra se ha de efectuar por personal especializado. Una vez montada la cimbra o la autocimbra, se ha de comprobar que los puntos de apoyo del encofrado de la cara inferior de la estructura se ajustan en cota a los cálculos con las tolerancias establecidas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La D.O. puede ordenar, si lo considera necesario, una prueba de carga de la cimbra hasta un 20% superior al peso que habrá de soportar.

Las pruebas de sobrecarga de la cimbra se han de efectuar de manera uniforme y pausada. Se ha de observar el comportamiento general de la cimbra siguiendo sus deformaciones.

El descimbrado se hará de forma suave y uniforme sin producir golpes ni sacudidas.

Cuando las uniones de las autocimbras con el tablero se realicen mediante elementos traccionados, la unión debe ser precomprimida antes de proceder a la introducción de las cargas que solicitan a dichos elementos.

No se ha de descimbrar sin la autorización de la D.O.

En los elementos que se haya de hormigonar a contraflecha, se ha de tener en cuenta ésta en la ejecución de la cimbra.

El desmontaje se ha de efectuar de conformidad con el programa previsto en el Proyecto

Si no lo contraindica el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se ha de empezar para el centro del tramo y continuar hacia a los extremos.

El orden, el recorrido del descenso de los apoyos en cada fase del descimbrado, la forma de ejecución y los medios a utilizar en cada caso, se han de ajustar a lo indicado por la D.O.

No se ha de descimbrar hasta que el hormigón haya adquirido la resistencia adecuada. Para conocer el momento de desenganchado de la cimbra se han de realizar los ensayos informativos correspondientes sobre probetas de hormigón.

Cuando los elementos sean de cierta importancia, al descimbrar la cimbra es recomendable utilizar cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos similares.

Si la estructura es de cierta importancia y cuando la D.O. lo estime conveniente las cimbras se han de mantener despegadas dos o tres centímetros durante 12 horas, antes de retirarlas completamente.

En el caso de elementos pretensados, el proceso de desmontaje de la cimbra ha de tener en cuenta el tesado del elemento, evitando que la estructura quede sometida, aunque sólo sea temporalmente, a tensiones perjudiciales no previstas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.3.Normas y condiciones técnicas a cumplir por las máquinas y equipos

4.3.1. Disposiciones generales

Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación, de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por el fabricante.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente, la introducción en el recinto de obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca “CE”, se entenderá que utilizamos esos productos.

4.3.2. Condiciones previas de selección y utilización

Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación que se utilice, será seleccionado de modo que no ocasione riesgos añadidos para la seguridad y salud de los trabajadores y o para terceros.

Los equipos de trabajo y elementos constitutivos de éstos o aparatos acoplados a ellos estarán diseñados y construidos de forma que las personas no estén expuestas a peligros en su montaje, utilización y mantenimiento.

Las diferentes partes de los equipos, así como sus elementos constitutivos, deben poder resistir a lo largo del tiempo los esfuerzos a que vayan a estar sometidos, así como cualquier otra influencia externa que puedan presentarse en las condiciones normales de utilización previstas.

Los equipos a utilizar estarán basados en las condiciones y características específicas del trabajo a realizar y en los riesgos existentes en el centro de trabajo y cumplirán las normas y disposiciones en vigor que les sean de aplicación, en función de su tipología, empleo y posterior manejo por los trabajadores.

El equipo de trabajo no podrá utilizarse para operaciones y en condiciones para las cuales no sea adecuado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En las partes accesibles de los equipos no deberán existir aristas agudas o cortantes que puedan producir heridas.

4.3.3. Señalizaciones

El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Los sistemas de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar identificados con la señalización adecuada.

4.3.4. Medidas de protección

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio o calentamiento del propio equipo, o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas por él o en él utilizadas o almacenadas.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión del propio equipo o de sustancias producidas por él o en él utilizadas o almacenadas.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contactos directos e indirectos con electricidad.

Para evitar la pérdida de estabilidad del equipo de trabajo, especialmente durante su funcionamiento normal, se tomarán las medidas técnicas adecuadas, de acuerdo con las condiciones de instalación y utilización previstas por el fabricante.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgos debidos a emanaciones de gases, vapores o líquidos o emisiones de polvos deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación y o extracción cerca de la fuente correspondiente a esos riesgos.

Los equipos capaces de emitir radiaciones ionizantes u otras que puedan afectar a la salud de las personas estarán provistos de sistemas de protección eficaces.

4.3.5. Información e instrucciones

El empresario está obligado a facilitar al trabajador información sobre los equipos de trabajo, su empleo, uso y mantenimiento requerido, mediante folletos gráficos y, en caso necesario, mediante cursos formativos en tales materias, con advertencia, además de los riesgos y situaciones anormales previsibles. La información gráfica o verbal deberá

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ser comprensible para los trabajadores afectados. Los trabajadores que manejen o mantengan equipos con riesgos específicos recibirán una formación obligada y especial sobre tales equipos.

Estarán previstas las instrucciones y medios adecuados para el transporte de los equipos a fin de efectuarlo con el menor peligro posible. A estos efectos, en equipos estacionarios:

- Se indicará el peso del equipo o partes desmontables de éste que tengan un peso mayor de 500 Kg.
- Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad del equipo y se ajustará éste de forma adecuada.
- Los equipos o partes de ellos de difícil amarre se dotarán de sujeción de resistencia apropiada, en todos los casos se indicará, al menos en castellano, la forma de amarre.

Se darán las instrucciones necesarias para que el montaje de los equipos de trabajo pueda efectuarse correctamente y con el menor riesgo posible.

Se facilitarán las instrucciones necesarias para el normal funcionamiento de los equipos de trabajo, indicando los espacios de maniobra y de zonas peligrosas que puedan afectar a personas como consecuencia de su incidencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.3.6. Condiciones necesarias para su utilización

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad o salud de los trabajadores, la empresa adoptará las medidas necesarias para evitarlo.

Los equipos tendrán protecciones adecuadas tendentes a evitar riesgos de atrapamiento en los puntos de operación, tales como resguardos fijos, dispositivos apartacuerpos, barra de paro, dispositivos de alimentación automática, etc.

La empresa adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores sean adecuados para las unidades de obra que han de realizar y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que no quede comprometida la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos.

Los equipos provistos de elementos giratorios cuya rotura o desprendimiento puedan originar daños deberán estar dotados de un sistema de protección que retenga los posibles fragmentos, impidiendo su impacto sobre las personas.

Cuando existan partes del equipo cuya pérdida de sujeción pueda dar lugar a peligros, deberán tomarse precauciones adicionales para evitar que dichas partes puedan incidir en personas.

Los equipos deberán diseñarse, construirse, montarse, protegerse y, en caso necesario, mantenerse para amortiguar los ruidos y las vibraciones producidas, a fin de no ocasionar daños para la salud de las personas. En cualquier caso, se evitará la emisión por ellos de ruidos de nivel superior a los límites establecidos por la normativa vigente en cada momento.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgos debidos a caídas de objetos, proyecciones, estallidos o rotura de sus elementos o del material que trabajen deberá estar provistos de dispositivos de seguridad adecuados a esos riesgos.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo presenten riesgos de contacto mecánico que puedan acarrear accidentes, deberán ir equipados con protectores o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras antes del acceso a dichas zonas.

Los protectores o dispositivos de protección:

- deberán ser de construcción sólida,
- no deberán ocasionar riesgos adicionales,
- no deberán ser fáciles de retirar o de inutilizar,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- deberán estar situados a suficiente distancia de las zonas peligrosas,
- no deberán limitar la observación del ciclo de trabajo más de lo necesario,
- deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación y o la sustitución de los elementos, limitando el acceso únicamente al sector en que deba realizarse el trabajo y, a ser posible, sin desmontar el protector o el dispositivo de protección.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas, cuando correspondan, contra los riesgos de contacto o proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan aislarlos de cada una de sus fuentes de energía. Solo podrán conectarse de nuevo cuando no exista peligro alguno para los trabajadores afectados.

Los sistemas de accionamiento no deberán ocasionar, en su manipulación, riesgos adicionales. Asimismo, no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

El operario que maneje un equipo deberá poder cerciorarse, desde su puesto de trabajo, de la ausencia de personas en las zonas peligrosas afectadas por el equipo. Si ello no fuera posible, la puesta en marcha deberá ir siempre automáticamente precedida de un sistema seguro, tal como una señal acústica y o visual. Las señales emitidas por estos sistemas deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades.

Los sistemas de accionamiento deberán ser seguros. Una avería o daño en ellos no deberá conducir a una situación peligrosa.

La puesta en marcha de un equipo de trabajo solamente deberá poder efectuarse mediante una acción voluntaria sobre un sistema de accionamiento previsto a tal efecto.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un sistema de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Las órdenes de parada del equipo de trabajo tendrán prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.

Si un equipo se para, por un fallo en su alimentación de energía y su puesta en marcha inesperada puede suponer un peligro, no podrá ponerse en marcha automáticamente al ser restablecida la alimentación de energía.

Si la parada de un equipo se produce por la acción de un sistema de protección. La nueva puesta en marcha sólo será posible después de restablecidas las condiciones de seguridad y previo accionamiento del órgano que ordena la puesta en marcha.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

4.3.7. Mantenimiento y conservación

La empresa adoptará las medidas necesarias con el fin de que, mediante su mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en un nivel tal que satisfagan las condiciones de seguridad y salud requeridas.

Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación deberán ser realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

Las operaciones de mantenimiento deberán poder efectuarse cuando el equipo de trabajo está parado. Si ello no fuera posible, deberán poder adoptarse las medidas de protección pertinentes para la ejecución de dichas operaciones, o estas deberán poder efectuarse fuera de las zonas peligrosas.

Los trabajadores deberán poder acceder y permanecer en condiciones de seguridad en todos los lugares necesarios para efectuar las operaciones de producción, ajuste y mantenimiento de los equipos de trabajo.

Para cada equipo de trabajo que posea un libro de mantenimiento es necesario que este se encuentre actualizado.

Deberá establecerse un plan de mantenimiento riguroso. Asimismo, diariamente se comprobará el estado de funcionamiento de los órganos de mando y elementos sometidos a esfuerzos

4.4. Andamios tubulares metálicos

Los andamios a utilizar en esta obra serán, todos, normalizados. El montaje e instalación de los andamios se realizarán por personal con la cualificación y experiencia, mínima establecida en el RD 2177/2004, según los casos.

Ese mismo técnico realizará inspecciones: al inicio, periódicamente conforme a las especificaciones del fabricante y al variar sus condiciones o características.

El montaje y desmontaje de estructuras se efectuará por personal especializado, atendiendo en todo momento a las especificaciones dadas por el fabricante.

Antes del montaje se deberá conseguir la perfecta nivelación horizontal de los tramos de andamiada para las plataformas de trabajo sobre los mismos. Todas las andamiadas cuya esbeltez sea superior a 5, deberán arriostrarse a puntos fijos de la estructura.

Todas las plataformas de trabajo sobre andamios y andamiadas deberán disponer de plataformas fijas y piso unido de una anchura mínima de 0,60 m., estando dotadas de barandillas con pasamanos a 1,0 m. como mínimo del piso, listón intermedio y rodapié,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

para el lado opuesto al frente de trabajo, siempre que la altura de trabajo supere 2,00 m. el nivel del suelo.

El arriostra miento a puntos fijos se realizará mediante sistema de uniones rígidas, conforme a las indicaciones dadas por el fabricante del andamio.

Todos los tramos de la andamiada tubular deberán unirse mediante bridas y diagonales metálicas.

4.5. Interruptores diferenciales y tomas de tierra

Los circuitos destinados para fuerza y alumbrado serán independientes, disponiendo en Los circuitos destinados para fuerza y alumbrado serán independientes, disponiendo en todo caso en su cabeza de interruptores diferenciales de 0,03 A de sensibilidad para fuerza y alumbrado.

Todos los cuadros y máquinas eléctricas fijas dispondrán de tomas de tierra de manera que se garantice que la resistencia de tierra sea tal que de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, garantice una tensión máxima de 24 voltios.

Todos los receptores eléctricos dispondrán de protección diferencial 0,03 A, dispondrán de un conductor de protección, de características técnicas reglamentarias (R.E.B.T.), que conecta a tierra las carcasas de sus motores, a excepción de los receptores que dispongan de doble aislamiento.

La toma de tierra y los conductores de protección serán revisados periódicamente, comprobándose el perfecto estado y funcionamiento de su disposición.

5. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES PROVISIONALES

5.1. Seguridad en los lugares de trabajo

5.1.1. Disposiciones de carácter general

Deberán tomarse todas las precauciones adecuadas para:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Garantizar que todos los lugares de trabajo sean seguros y estén exentos de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Proteger a las personas que se encuentren en la obra o sus inmediaciones de todos los riesgos que pueda acarrear ésta.

Deberán indicarse y señalizarse todos los huecos, aberturas y otros lugares que puedan entrañar un peligro para las personas.

5.1.2. Medios de acceso y salida

En todos los lugares de trabajo deberán preverse y, en caso necesario, señalizarse medios de acceso y salida adecuados y seguros, mantenidos conformes a las exigencias de seguridad.

Las vías de circulación y puertas de acceso deben permanecer libres de obstrucciones en todo momento y estar señalizadas de acuerdo con la normativa y legislación vigentes.

Si las características de los accesos y vías de circulación a la obra lo permiten, se dispondrán itinerarios independientes para vehículos y peatones, si no, se dispondrán los medios de protección colectiva necesarios para separar los tráficos rodado y peatonal.

Las vías y salidas de emergencia, deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad, proporcionando unas condiciones de máxima seguridad al personal evacuado.

En función de las dimensiones de la obra, los puntos de evacuación, el equipo y del número máximo de personas que pueden encontrarse en cada punto de la obra en una situación de emergencia se determinarán el número, distribución y características de las vías y salidas de emergencia. Estas vías deben estar señalizadas de acuerdo con lo especificado en la legislación vigente.

En aquellas vías y salidas de emergencia que requieran iluminación artificial se dispondrá alumbrado de emergencia para un eventual fallo del alumbrado general.

Las puertas y portones de la obra deberán disponer de los sistemas de seguridad adecuados que impidan un cierre accidental o el desplome de alguno de sus componentes, incluyendo dispositivos de parada de emergencia si se trata de elementos mecánicos. Si se encuentran en alguna de las vías de evacuación dispuestas para casos de emergencia, deben estar adecuadamente señalizados.

Todas las rampas, escaleras fijas, muelles y rampas de carga deben estar diseñados de acuerdo al uso que se va a hacer de ellos, incluyendo el cálculo de las cargas máximas y las dimensiones necesarias para el tráfico o número de personas que soportarán.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Sobre estos elementos se llevarán a cabo inspecciones periódicas y se realizará un adecuado mantenimiento de todos sus componentes. Si alguno de ellos se encuentra deteriorado por cualquier motivo, será sustituido inmediatamente por uno nuevo.

5.1.3. Orden y limpieza

En cada instalación de la obra deberá elaborarse y aplicarse siempre un programa adecuado de orden y limpieza que contenga disposiciones sobre:

- El almacenamiento adecuado de materiales y equipos
- La evacuación de desperdicios, residuos, desechos y escombros a intervalos a intervalos apropiados.

No deberán depositarse ni dejarse acumular materiales sueltos innecesarios que puedan obstruir los medios de acceso y salida de los lugares de trabajo y/o paso.

5.1.4. Precaución contra la caída de materiales y personas y los riesgos de derrumbamiento

Deberán tomarse las precauciones adecuadas para proteger a las personas contra la caída de materiales y herramientas o de maquinaria, cuando ésta sea izada o apeada, instalando para ello vallas y/o barreras, o apostando algún trabajador para que vigile las operaciones.

Deberán emplearse apeos, vientos, obenques, apuntalamientos, riostras o soportes, o bien disponer medidas eficaces para evitar todo riesgo de derrumbamiento, desplome o desmoronamiento mientras se realizan trabajos de construcción, conservación, reparación, desmontaje o demolición.

Deberán instalarse barandillas o plintos conforme a las disposiciones vigentes, con objeto de proteger a los trabajadores contra caídas de un lugar de trabajo a altura peligrosa. Cuando no fuera posible hacerlo, se deberá:

- Instalar y mantener redes o lonas de seguridad adecuadas.
- Facilitar y utilizar cinturones, chalecos y/o arneses de seguridad apropiados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.1.5. Prevención de acceso no autorizado

No deberá permitirse la entrada a la obra de visitantes o personas ajenas, salvo que estén debidamente autorizadas o estén acompañadas por personal competente y lleven un equipo de protección adecuado.

5.1.6. Prevención y lucha contra incendios

El Contratista deberá adoptar todas las medidas adecuadas para:

- Evitar los riesgos de incendio.
- Extinguir rápida y eficazmente cualquier brote de incendio.
- Asegurar la evacuación rápida y segura de las personas en caso de incendio.

Deberán preverse medios suficientes y apropiados para almacenar materiales potencialmente inflamables.

El acceso a los locales donde se almacenen o acopien materiales potencialmente inflamables, estará limitado sólo al personal autorizado.

Se prohibirá fumar en todos los lugares donde hubiere materiales potencialmente inflamables o de fácil combustión, y deberán señales que avisen de esta prohibición.

En todos los locales y lugares confinados de la obra, singularmente el túnel y los pozos de excavación de cimientos de los viaductos, donde los gases, vapores o polvos inflamables puedan entrañar peligros, se deberá:

- Utilizarse exclusivamente aparatos, máquinas o instalaciones eléctricas debidamente protegidos.
- Evitar llamas desnudas ni ninguna otra fuente de combustión similar.
- Fijarse avisos anunciando la prohibición de fumar.
- Llevarse rápidamente a un lugar seguro todos los trapos, desechos y ropas impregnadas de aceite o de otras sustancias que impliquen riesgo de combustión espontánea.
- Preverse una ventilación adecuada.

No deberá permitirse que en los lugares de trabajo se acumulen materias combustibles, que deberán estar guardadas en lugar y recipiente adecuados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se deberá proceder a inspecciones periódicas de los lugares donde haya riesgo de incendio.

Las operaciones de soldadura autógena y oxicorte, así como todos los demás trabajos en caliente, deberán realizarse bajo la supervisión de un encargado o capataz competente, y siempre por personal especialista y competente, después de haberse tomado todas las precauciones adecuadas y exigibles para evitar el riesgo de incendio.

Los lugares de trabajo, en la medida de sus características, estarán dotados de:

- Un equipo adecuado y suficiente de extinción de incendios, que esté bien a la vista y sea de fácil acceso.
- Un suministro adecuado de suficiente agua a la presión necesaria.

El técnico competente en materia de seguridad y salud deberá inspeccionar, a intervalos apropiados, los equipos de extinción de incendios, que deberán hallarse siempre en perfecto estado de conservación y funcionamiento. Deberá mantenerse despejado en todo momento el acceso a los equipos e instalaciones de extinción de incendios.

Todos los encargados y capataces, y el número necesario de trabajadores, serán instruidos en el manejo de los equipos e instalaciones de extinción de incendios, de modo que en todos los turnos haya el número suficiente de personas capacitadas para hacer frente a un incendio.

Deberá instruirse a los trabajadores de los medios de evacuación previstos en caso de incendio.

Todas las salidas de emergencia, previstas para caso de incendio, se señalizarán adecuadamente.

Los medios previstos para la evacuación se mantendrán despejados en todo momento, manteniéndose inspecciones periódicas, sobre todo en el caso de zonas de acceso restringido y difícil como el túnel.

Se instalarán los medios adecuados para dar la alarma en caso de incendio. Esta alarma debe ser perfecta y claramente audible en todos los lugares donde haya trabajadores operando.

Deberán fijarse en sitios bien visibles avisos que indiquen:

- Situación del dispositivo de alarma más cercano.
- Número de teléfono y dirección de los servicios de intervención y auxilio más cercanos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.1.7. Alumbrado

Cuando la iluminación natural no sea suficiente para garantizar la seguridad, deberá preverse un alumbrado suficiente y apropiado, incluidas, cuando proceda, lámparas portátiles en todos los lugares de trabajo y en cualquier otro lugar de la obra por donde puedan pasar los trabajadores.

El alumbrado artificial no debe producir deslumbramientos ni sombras que puedan dar lugar a situaciones potenciales de riesgo.

Se preverán los resguardos necesarios para las lámparas.

Los cables de alimentación del alumbrado eléctrico portátil deberán ser de diámetro, material y características adecuados al voltaje necesario, y tener las características mecánicas necesarias para soportar el paso de la maquinaria pesada necesaria.

En aquellos puntos en que se puedan crear situaciones potenciales de riesgo en caso de fallo en el alumbrado, se dispondrá alumbrado de emergencia de intensidad suficiente.

5.1.8. Trabajos a gran altura

Siempre que ello sea necesario para prevenir un riesgo, o cuando la altura exceda de la fijada por las leyes o reglamentos nacionales, deberán tomarse medidas preventivas para evitar las caídas de trabajadores y de herramientas u otros materiales u objetos.

Los lugares de trabajo elevados, situados a más de 2 metros, o a otra altura prescrita, deberían estar protegidos por todos los lados que den al vacío mediante barandillas y plintos conformes a las leyes y reglamentos nacionales pertinentes. Cuando no puedan instalarse barandillas y plintos, deberían proporcionarse y utilizarse arneses de seguridad adecuados.

Los lugares de trabajo elevados, deberían estar provistos de medios seguros de acceso y salidas, tales como escaleras, rampas, escaleras de mano o escalas conformes a las leyes y reglamentos nacionales pertinentes.

Cuando no puedan instalarse barandillas, las personas ocupadas en lugares de trabajo, donde exista riesgo de caída desde una altura superior a 2 metros, deberían estar protegidos convenientemente, por ejemplo mediante redes, toldos o plataformas de seguridad, o llevar arneses de seguridad con el cable salvavidas amarrado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.2. Instalaciones para suministros provisionales de obra

5.2.1. Generalidades

Las instalaciones deberán realizarse de forma que no constituyan un peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas queden protegidas de manera adecuada contra los riesgos de electrocución por contacto directo o incendio.

Para la realización y selección de material y de los dispositivos de prevención de las instalaciones provisionales, se deberán tomar en consideración el tipo y la potencia de energía distribuida, las condiciones de influencia exteriores y la competencia de las personas que tengan acceso a las diversas partes de la instalación.

Las instalaciones de distribución de obra, especialmente las que estén sometidas a influencias exteriores, deberán ser regularmente verificadas y mantenidas en buen estado de funcionamiento.

Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán ser identificadas, verificadas y quedar claramente indicadas.

5.2.2. Instalaciones eléctricas

5.2.2.1. Personal instalador

El montaje de la instalación deberá efectuarlo, necesariamente, personal especializado. Hasta 50 Kw podrá dirigirlo un instalador autorizado sin título facultativo. A partir de esa potencia la dirección de la instalación corresponderá a un técnico titulado.

Una vez finalizado el montaje y antes de su puesta en servicio, el contratista deberá presentar al Arquitecto Técnico responsable del seguimiento la certificación acreditativa de lo expuesto en el párrafo anterior.

5.2.2.2. Ubicación y distribución de los cuadros eléctricos

Se colocarán en los lugares en los que no exista riesgo de caídas de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores, salvo que se utilice una protección específica que evite los riesgos de tal contingencia. Esta protección será extensible tanto al lugar en que se ubique cada cuadra cuanto a la zona de acceso de las personas que deban acercarse al mismo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todos los cuadros de la instalación eléctrica provisional estarán debidamente separados de los lugares de paso de máquinas y vehículos y siempre dentro del recinto de la obra.

El acceso al lugar en que se ubique cada uno de los cuadros estará libre de objetos y materiales que entorpezcan el paso, tales como escombros, áreas de acopio de materiales, etc.

La base sobre la que pisen las personas que deban acceder a los cuadros para su manipulación estará constituida por una tarima de material aislante, elevada del terreno al menos 25 cm., para evitar los riesgos derivados de los posibles encharcamientos.

Existirá un cuadro general del que se tomarán las derivaciones para otros auxiliares, facilitando así la conexión de máquinas y equipos portátiles y evitando tendidos eléctricos largos. Dentro de lo posible, el cuadro general se colocará en lugar próximo a las oficinas de obra o en el que estén las personas encargadas del mantenimiento de la instalación.

5.2.2.3. Condiciones de seguridad de los cuadros eléctricos

Los distintos elementos de todos los cuadros, principal y secundarios o auxiliares, se colocarán sobre una placa de montaje de material aislante.

Todas las partes activas de la instalación estarán aisladas para evitar contactos peligrosos.

En el cuadro principal, o de origen de la instalación, se dispondrán dos interruptores diferenciales: uno para alumbrado y otro para fuerza. La sensibilidad de los mismos será:

- Para la instalación de alumbrado:_____ 30 mA
- Pala la instalación de fuerza:_____ 30 mA

El sistema de protección en origen, se complementará mediante interruptores magnetotérmicos, para evitar los riesgos derivados de las posibles sobrecargas de línea. Se colocará un magnetotérmico por cada circuito que se disponga.

El conjunto se ubicará en un armario metálico, cuya carcasa estará conectada a la instalación de puesta a tierra, según las normas UNE, con los siguientes grados de protección:

- Contra la penetración de cuerpos sólidos extraños:____I.P.5.
- Contra la penetración de líquidos:_____I.P.5.
- Contra impactos o daños mecánicos:_____I.P.5.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El armario dispondrá de cerradura, cuya apertura estará al cuidado del encargado o del especialista que sea designado para el mantenimiento de la instalación eléctrica.

Los cuadros dispondrán de las correspondientes bases de enchufe para la toma de corriente y conexión de los equipos y máquinas que lo requieran. Estas tomas de corriente se colocarán en los laterales de los armarios, para facilitar que puedan permanecer cerrados. Las bases permitirán la conexión de equipos y máquinas con la instalación de puesta a tierra.

Podrá excluirse el ubicar las bases de enchufe en armarios cuando se trate de un cuadro auxiliar y se sitúe en zonas en las que no existen los riesgos que requieran los antes citados grados de protección.

Las tomas de corriente irán provistas de un interruptor de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuado no hayan de ser utilizadas.

En el caso de máquinas de elevación y transporte, la instalación, en su conjunto, se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor de corte omnipolar general, accionado a mono y colocado en el circuito principal. Éste interruptor deberá estar situado en lugar fácilmente accesible desde el suelo, en el mismo punto en que se sitúe el equipo eléctrico de accionamiento, y será fácilmente identificable mediante rótulo indeleble.

CUADROS DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 $\wedge$. No obstante se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 $\wedge$ y a 1 $\wedge$, respectivamente.

Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2m y 0,3 m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

5.2.2.4. Instalación de puesta a tierra

Las estructuras de máquinas y equipos y las cubiertas de sus motores cuando trabajen a mas de 24 voltios y no posean doble aislamiento, así como las cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de cajas o sobre ellas, deberán estar conectadas a la instalación de puesta a tierra.

La resistencia a tierra estará en función de la sensibilidad del interruptor diferencial del origen de la instalación. La relación será en obras o emplazamientos húmedos:

- Diferencial de 30 mA Rt >= 800 ohmios
- Diferencial de 300 mA Rt >= 80 ohmios

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean estos.

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores.

Las condiciones mínimas de los elementos constitutivos de la instalación deberán ajustarse a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su instrucción 039.

Los electrodos podrán ser de cobre o de hierro galvanizado y usarse en forma de pica o placas.

En el caso de picas:

- El diámetro mínimo de las de cobre será de 14 mm.
- El diámetro exterior mínimo de las de hierro galvanizado será de 25 mm.
- La longitud mínima, en ambos casos, será de 2 m.

En el caso de placas:

- El espesor mínimo de las de cobre será de 2 mm.
- El espesor mínimo de las de hierro galvanizado será de 2,5 mm.
- En ningún caso, la superficie útil de la placa será inferior a 0,5 m2

El uso de otros materiales deberá estar ajustado a las exigencias del antes citado Reglamento y ser de cálculo adecuado, realizado por un técnico especialista.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Aquellos electrodos que no cumplan estos requisitos mínimos serán rechazados.

El terreno deberá estar tan húmedo como sea posible.

5.2.2.5. Conductores eléctricos

Las líneas aéreas con conductores desnudos destinados a la alimentación de la instalación temporal de obras sólo serán permitidas cuando su trazo no transcurra por encima de los locales o emplazamientos temporales que, además, sean inaccesibles a las personas, y a la traza sobre el suelo del conductor más próximo a cualquiera de éstos se encuentre separada de los mismos 1 metro como mínimo.

En caso de conductores aislados no se colocarán por el suelo, en zonas de paso de personas o vehículos, ni en áreas de acopio de materiales. Para evitarlo, en tales lugares se colocarán elevados y fuera del alcance de personas y vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente. Esta preocupación se hará extensiva a las zonas encharcadas o con riesgo de que se encharquen.

Los extremos de los conductores estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión. Se prohibirá que se conecten directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe.

Caso de que se tengan que realizar empalmes, la operación la efectuará personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

Los conductores aislados, utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores, serán de 1000 voltios de tensión normal, como mínimo, y los utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible, aislados con elastómeros o plásticos de 440 voltios, como mínimo, de tensión nominal.

5.2.2.6. Lámparas eléctricas portátiles

Estos equipos dispondrán de:

- Mango aislante.
- Dispositivo protector mecánico de la lámpara.

Su tensión de alimentación no podrá ser superior a 24 voltios (tensión de seguridad), a no ser que sea alimentada por un transformador de separación de circuitos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

5.2.2.7. Equipos y herramientas de accionamiento eléctrico

Todos los equipos y herramientas de accionamiento eléctrico que se utilicen en obra tendrán su placa de características técnicas en buen estado, de modo que sus sistemas de protección puedan ser claramente conocidos.

Todas las máquinas de accionamiento eléctrico se desconectarán tras finalizar su uso, aunque la paralización sea por corto espacio de tiempo, si quedan fuera de la vigilancia del operador que la utiliza.

Cada operario deberá estar advertido de los riesgos que conlleva cada máquina. En ningún caso se permitirá su uso por personal inexperto.

Cuando se empleen máquinas en lugares muy conductores, la tensión de alimentación no será superior a 24 voltios, si no son alimentadas por un transformador de separación de circuitos.

5.2.2.8. Conservación y mantenimiento

Diariamente se efectuará una revisión general de la instalación, comprobándose:

- Funcionamiento de interruptores, diferenciales y magnetotérmicos.
- Conexión de cada cuadro y máquina con la red de tierra. Asimismo, se verificará la continuidad de los conductores a tierra.
- Que los cuadros eléctricos permanecen con la cerradura en correcto estado de uso.
- Que no existen partes de tensión al descubierto en los cuadros generales, en los auxiliares y en los de distintas máquinas.

Cada vez que entra en la obra una máquina de accionamiento eléctrico deberá ser revisada respecto a sus condiciones de seguridad.

Todos los trabajos de conservación y mantenimiento así como las revisiones periódicas, los efectuará un instalador autorizado, que extenderá el correspondiente parte en el que se reflejará el trabajo realizado. Una de las copias se entregará al responsable del seguimiento del Plan de Seguridad.

Antes de iniciar los trabajos de reparación de cualquier elemento de la instalación, se comprobará que no existe tensión, mediante aparatos destinados a tal efecto. Al desconectar la instalación para efectuar tales operaciones se adoptarán medidas excepcionales para evitar que alguien, de manera accidental, pueda conectarla nuevamente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Para ello se dispondrá de señales claras y se conservará la llave del cuadro o se colocará junto a él una persona que vigile ante cualquier contingencia. El operario que efectúe tales operaciones usará de manera complementaria equipos de protección individual y herramientas aislantes homologadas, de acuerdo con las características de la instalación.

5.2.3. Instalación de agua potable

5.2.3.1. Condiciones generales

La empresa constructora facilitará a su personal agua potable, disponiendo para ello grifos de agua corriente distribuidos por diversos lugares de la obra, además de las zonas de comedor y servicios.

Todos los puntos de suministro se señalizarán y se indicará claramente si se trata de agua potable o no potable.

Caso de no existir agua potable, se dispondrá de un servicio de agua potable con recipientes limpios, preferentemente plásticos por sus posibilidades de limpieza y para evitar roturas fáciles.

En caso de duda de la posibilidad, se solicitarán los diferentes ensayos a un laboratorio homologado, prohibiéndose su uso hasta la confirmación de su condición de apta para el consumo humano. Hasta entonces, se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado anterior.

Si hay conducciones de agua potable y no potable, se extremarán las precauciones para evitar la contaminación.

En cualquier caso se tendrá en cuenta que estén separadas de zonas de interferencia con la instalación eléctrica. Asimismo, se colocaran en lugares en los que no haya riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

6. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS SANITARIOS COMUNES

6.1. Instalaciones de higiene y bienestar

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en los Artículos 39,40,41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene y 335, 336 y 337 de la Ordenanza Laboral de la Construcción.

En cumplimiento de los citados artículos, la obra dispondrá: de locales para vestuarios, servicios higiénicos y comedores debidamente dotados.

6.1.1. Instalación de alumbrado

- Las masas de los receptores fijos de alumbrado se conectarán a la red general de tierra.
- Las lámparas portátiles se alimentarán a tensión de seguridad de 24 voltios mediante transformadores de seguridad, preferentemente con separación de circuitos.
- El alumbrado de obras se ajustará a lo recogido en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre y actualizado el 23/3/2010, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- La iluminación de los tajos se situara a una altura en torno a los 2 m, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo; se efectuará cruzada, con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra estarán siempre iluminadas evitando rincones oscuros.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

6.1.2. Locales

- Los locales estarán dotados de suelo, elevado no menos de 10 cm sobre el terreno circundante. La superficie pisable será horizontal y se asentará sobre una plataforma resistente de fábrica de hormigón o prefabricada, no siendo admisibles ni el suelo preexistente ni superficies terrizas de tipo alguno como tales superficies pisables.
- El techo de los locales ofrecerá el aislamiento adecuado, no siendo admisible la simple cubierta exterior como elemento de cubrición cenital suficiente. La altura libre entresuelo y techo será, como mínimo, de 2,50 metros.
- El interior de los locales presentará paredes con superficies lisas, con tratamiento de pintura o cubrición que las haga lavables. El suelo no será deslizante y todos los locales tendrán acceso directo desde el exterior y ventanas practicables.

6.1.3. Instalaciones interiores

- Todos los locales dispondrán de calefacción y, en verano, se adoptarán las medidas para que las temperaturas en el interior no superen los 20º C.
- Ventilación suficiente y natural, mediante ventanas practicables. En caso de que ésta no fuera suficiente, se instalarán elementos de renovación de aire con circulación forzada.
- Nivel luminoso medio, medido a 85 centímetros sobre el nivel del suelo, no inferior a 250 lux.
- La disposición permitirá una limpieza fácil y frecuente y las instalaciones estarán protegidas de los golpes y de la humedad, muy en especial las de tipo eléctrico

6.1.4. Sobre el local de primeros auxilios

- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con suficiente formación para ello.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al RD 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencias.
- En todos los centros de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, debiendo figurar al frente del mismo un ATS/DUE cuando el número de los trabajadores sea superior a 250.

6.1.5. Obligaciones en materia de vestuario

- Cada centro de trabajo dispondrá de cuarto para vestuario, diferenciados en caso de trabajadores de distinto sexo.
- Tendrán capacidad suficiente para el servicio del máximo número de trabajadores previsto.
- El interior no podrá ser visible desde el exterior, aún con la puerta abierta.
- Los vestuarios y aseos tendrán conexión directa entre sí.
- Estarán provistos de armarios o taquillas individuales, por cada trabajador, dotados de percha con el fin de poder dejar la ropa y efectos personales. Dichos armarios o taquillas estarán provistos de llave o candado.
- Existirán asientos suficientes y superficie pisable antideslizante.
- La superficie sumada a la correspondiente a aseos y servicios higiénicos no dará un resultado inferior a 2 m2/trabajador, en máxima afluencia.

6.1.6. Obligaciones en materia de aseos y servicios higiénicos

- Adosadas a los vestuarios estarán las salas de aseo, dispuestas con lavabos y duchas apropiadas y en número suficiente para la fase de máxima afluencia.
- Cada local de aseo tendrá, además de su preceptivo acceso directo desde el exterior, conexión con sus respectivos vestuarios.
- Dispondrá de servicios de saneamiento y de abastecimiento de agua.

Dotaciones:

- El número de duchas será de una por cada 10 trabajadores o fracción, que trabajen en la misma jornada, de cada sexo. Las duchas deberán tener dimensiones

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

- Un lavabo por cada 10 trabajadores o fracción, de cada sexo.
- Un retrete por cada 12 mujeres, o fracción.
- Un retrete por cada 12 varones, o fracción, pudiéndose sustituir un retrete por dos mingitorios hasta un máximo del 50% de los retretes.
- Las duchas y los lavabos dispondrán de agua caliente y fría.
- Un espejo y un enchufe de energía eléctrica por cada lavabo.
- Una percha fija o colgador por cada retrete y una para cada ducha.
- Tanto retretes como duchas dispondrán de elementos (puertas, cortinas, etc) que permitan proteger la intimidad del usuario.
- Suelo antideslizante, incluso cuando esté mojado, y huecos dispuestos de forma que no sea visible el interior del local desde el exterior (excepto desde el local de vestuarios).

6.1.7. Obligaciones en materia de comedores

- Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.
- Tendrán capacidad para la totalidad de los trabajadores, bajo supuesto de máxima ocupación.
- La superficie interior no será inferior a 1 m2/persona. El comedor será común para hombres y mujeres.
- Los comedores dispondrán de calentadores de comidas, con capacidad suficiente, mesas y sillas o asientos corridos con respaldo.
- La capacidad de cada mesa no será inferior a cuatro comensales.
- Existirá una pila lava-vajillas y un recipiente para desperdicios.

6.1.8. Obligaciones sobre suministro de agua potable

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- Para el suministro de agua potable se dispondrá de grifos de agua corriente y, en caso de no existir ésta, de un servicio de agua con recipientes limpios y en cantidad suficiente en perfectas condiciones de higiene.

6.1.9. Obligaciones en materia de locales de descanso y alojamiento

- Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o al número de aquellos, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.
- Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- Cuando no exista este tipo de locales, se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.
- Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes con el número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

7. PRESCIPCIONES Y MANDATOS DE LA OBRA

Con independencia del obligado cumplimiento de cuantas disposiciones sean de aplicación en relación con los trabajos concretos a realizar, así como de aquéllas que en

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Materia de Seguridad e Higiene se encuentren en vigor y de las normas y procedimientos propios del

Centro en el que se realiza el trabajo, se enumeran a continuación los aspectos a los que la experiencia aconseja prestar una mayor atención en la ejecución de los trabajos y cuyo conocimiento y aplicación son de obligado cumplimiento para el CONTRATISTA y su personal.

7.1.Reglas de H&D específicas para contratas y subcontratas. Lineas rojas de seguridad

Se deben erradicar de la obra comportamientos inseguros, que pueden ocasionar daños graves para las personas y/o instalaciones, y que por tanto no se pueden tolerar. La práctica consciente y deliberada de dichos comportamientos, puede ocasionar la rescisión del contrato.

Las Contratas y Subcontratas deberán cumplir las cláusulas de H&S incluidas en el contrato, así como el resto de las condiciones recogidas en este documento y específicamente:

- Cumplir con todas las reglas y requisitos incluidos en los procedimientos, especificaciones técnicas, evaluaciones de riesgo y prácticas seguras de FORESTALIA y la obra.
- Las Contratas y Subcontratas no deben causar, permitir o tolerar condiciones y conductas inseguras, peligrosas o insanas sobre las que tengan control en el lugar de trabajo.
- Notificar a FORESTALIA inmediatamente en caso de acto o condición insegura, y tomar los pasos necesarios para eliminar, terminar, reducir y rectificar la condición.
- Asegurar que todos los trabajadores y Subcontratas conocen las expectativas de FORESTALIA y de esta instrucción, y que prácticas de H&S inseguras no serán toleradas.
- Cualquier empleado deberá notificar el incumplimiento de alguna de las Líneas Rojas de Seguridad y/o reglas de H&S.
- Tras la investigación de un accidente, incidente y/o cualquier otro tipo de evento, si el responsable de la investigación descubre que se ha transgredido alguna de las Líneas Rojas de Seguridad y/o Reglas de H&S, lo deberá notificar.
- Cualquier línea de mando que detecte alguna de las Líneas Rojas de Seguridad, por parte de sus colaboradores, lo deberá notificar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Implementar esta instrucción y, cuando sea necesario, llevar a cabo acciones disciplinarias inmediatamente cuando se produzcan conductas o condiciones inaceptables de H&S, proporcionables a la gravedad del incumplimiento y aplicando su mejor juicio.
- Notificar a FORESTALIA en estos casos.

7.2. Definición líneas rojas de seguridad

- Ocultar accidentes de trabajo o incidentes muy graves: ocultar cualquier tipo de accidentes o aquellos incidentes muy graves -o inducir a terceras personas a hacerlo ocasionados en la ejecución de actividades por cuenta de la compañía, tanto por personal propio, como por cualquier colaborador externo que preste los servicios.
- Falsificar registros de seguridad: falsificar registros y/o información relativa a la seguridad de las personas e instalaciones en actividades relacionadas con la compañía.
- Ordenar incumplimientos de normas de seguridad: ordenar el incumplimiento de una norma de seguridad en la ejecución de los trabajos propios o de contratas que pueda generar daños a personas y/o instalaciones.

7.3. Las siguientes acciones se consideran críticas para la seguridad y serán objeto de tolerancia cero

- Consumir o trabajar bajo los efectos de alcohol y/o drogas.
- Trabajar sin permiso de trabajo (en caso preceptivo).
- Manipular sin autorización las instalaciones de la Obra.
- Acceder a la obra por parte de personal no autorizado.
- Modificación de sistemas de protección colectiva (barandillas-andamios-redes) por parte de personal
- No autorizado.
- No usar arnés cuando lo exige el permiso de trabajo y/o plan de seguridad y salud.
- Entrada en espacios confinados sin autorización y/o vigilante de seguridad.
- Abandono por parte del vigilante asignado en trabajos RIE / Espacios Confinados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- No utilizar los equipos de protección requeridos en el permiso de trabajo (en caso preceptivo).
- Realizar actos de violencia verbal o física.
- Robar o realizar intentos de robar.

7.4. En general

Todo el personal que trabaje en la central deberá cumplir las normas de seguridad establecidas. Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74) (B.O.E. 29-5-74), siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

Las medidas de protección personal, serán de uso obligatorio, siempre que sea preciso eliminar o reducir riesgos de accidentes o enfermedades profesionales.

- Botas de seguridad de cuero.
- Botas de seguridad impermeables.
- Trajes de agua: Cuando las condiciones meteorológicas adversas, así lo requieran y en los trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Cascos: Para todas las personas que participen en las obras, incluidos los visitantes, de un color para técnicos, encargados, capataces y posibles visitantes, y de otro color para el resto del personal.
- Chalecos reflectantes: Para señalistas y personal que realicen sus trabajos en la calzada.
- Cinturón anti vibratorio para trabajadores con martillos neumáticos y maquinistas
- Cinturón de seguridad en aquellos trabajos de altura que careciesen de protecciones colectivas.
- Equipo protector de productos bituminosos: Para todo el personal que realice sus trabajos e afirmados.
- Gafas antipolvo: Para todo el personal que trabaje cercano a máquinas en movimiento de tierras y revegetación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Gafas contra impactos para puesta en obras de hormigón y trabajos donde puedan proyectarse partículas (uso de radial, taladros, martillos, etc.
- Gafas para oxicorte
- Guantes de goma o PVC para la puesta en obra del hormigón.
- Guantes de soldador.
- Guantes de cuero de uso general
- Guantes dieléctricos para personal que trabaje con conducciones eléctricas.
- Mascarillas antipolvo: Para los trabajadores que realicen sus trabajos en ambiente pulvígeno.
- Pantallas y polainas de soldador.
- Protectores auditivos: Para los trabajadores que realicen sus trabajos con maquinaria que exceda los límites de ruido admitidos.
- Ropa de trabajo. Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según convenido colectivo provincial.
- Traje de agua (impermeable)

Ante cualquier duda se debe consultar al jefe o persona competente antes de actuar.

No retirar o alterar barreras de protección y/o señales de seguridad colocadas en la central.

Se prohíben las bebidas alcohólicas en el lugar de trabajo. O de estar bajo la influencia de sustancias psicotrópicas.

Además, se incorporará a la obra cualquier otro material de protección personal que pudiera ser preciso para la ejecución de los trabajos.

En situaciones de riesgo especial o en aquéllas en las que vayan a ser usados equipos o sustancias peligrosas se tomarán todas las medidas necesarias y se informará previamente al Representante de La contrata.

7.5.Orden y limpieza

- Los materiales y equipos se situarán en las áreas indicadas por el Representante de La contrata., evitándose en todo momento ocupar zonas de paso y acceso. No

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

podrán obstaculizarse pasillos y salidas de emergencia que impedirían una rápida evacuación.

- La zona de trabajo se mantendrá limpia, ordenada y libre de obstrucciones innecesarias.
- Todo el material y equipo sobrante será sacado de la zona de obra.
- Todo recipiente susceptible de rotura accidental se mantendrá en lugar seguro. Los líquidos se guardarán siempre en su recipiente original u otros apropiados, debidamente identificados y señalizados. No se emplearán nunca botellas u otros contenedores habitualmente destinados a bebidas para contener otros líquidos.
- En caso de derrame de sustancias que hagan el suelo resbaladizo o inflamable, se limpiarán inmediatamente o se señalizará y delimitará la zona.
- Todo clavo saliente de una tabla (embalajes, etc.), se arrancará o doblará totalmente sobre la misma.

7.6.Protecciones personales

Todo el personal hará uso inexcusablemente de los equipos de protección individual cuyo empleo sea obligatorio, y además aquellos otros que sean necesarios para protegerse de los riesgos de su trabajo específico.

7.6.1.Control de entrega de los equipos de protección individual

El Contratista adjudicatario, incluirá en su "plan de seguridad y salud", el modelo del "parte de entrega de equipos de protección individual" que tenga por costumbre utilizar en sus obras. Si no lo posee deberá componerlo y presentarlo a la aprobación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Número del parte.
- Identificación del Contratista principal.
- Empresa afectada por el control, sea principal, subcontratista o autónomo
- Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
- Oficio o empleo que desempeña.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Categoría profesional.
- Listado de los equipos de protección individual que recibe el trabajador.
- Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.
- Firma y sello de la empresa principal.

Estos partes estarán confeccionados por duplicado. El original de ellos, quedará archivado en poder del Encargado de Seguridad y salud, la copia se entregará al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El casco de seguridad y las botas de seguridad se emplearán en toda la obra de forma permanente, exceptuándose los edificios y locales de oficinas. Cuando existe riesgo de caída en altura el casco de seguridad dispondrá de barbuquejo.

Las gafas se emplearán en trabajos con riesgo de proyección para la vista, tales como: virutas de esmerilado, corte, cincelado, manejo o aplicación de líquidos agresivos, picado de soldadura, de paramentos, ambiente pulvígeno, uso de gases a presión, etc.

Las protecciones auditivas serán de uso obligatorio en todas las áreas de la instalación en las que el volumen de ruido las haga necesarias.

Para trabajos en tensión en BT, el personal estará específicamente adiestrado y cualificado por su empresa, utilizará la herramienta aislada y la protección personal adecuada que indique el procedimiento de trabajo correspondiente, que obligatoriamente deberá existir y ser conocido por el operario.

El encargado de seguridad del CONTRATISTA bajo su responsabilidad, velará para que su personal haga uso del equipo de protección personal adecuado a los riesgos del trabajo que realiza y del entorno.

8. NORMAS DE PREVENCIÓN

8.1.Movimiento de tierras

8.1.1. Desbroce y explanación

Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo antes del inicio de la explanación con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc, que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

La maleza debe eliminarse mediante siega y se evitará siempre recurrir al fuego.

Queda prohibido la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.

Todas las maniobras de los vehículos serán guiadas por una persona y su tránsito dentro de la zona de trabajo se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, impidiendo toda circulación por los bordes de la excavación.

Es imprescindible cuidar los caminos de circulación interna, cubriendo y compactando mediante escorias, zahorras, etc., todos los barrizales afectados por circulación interna de vehículos.

Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán en posesión del certificado de capacitación.

8.1.2. . Excavaciones

En las excavaciones, deberían tomarse precauciones adecuadas paras:

- Evitar a los trabajadores, disponiendo apuntalamientos apropiados o recurriendo a otros medios, el riesgo de desmoronamiento o desprendimiento de tierras, rocas u otros materiales,
- Prevenir los peligros de caídas de personas, materiales u objetos, o de irrupción de agua en la excavación.
- Permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de incendio o de irrupción de agua o de materiales.
- Evitar a los trabajadores riesgos derivados de eventuales peligros que surjan en las obras, particularmente inundaciones o acumulaciones de gas, procediendo a realizar investigaciones apropiadas con el fin de detectarlos.

Las entibaciones u otros sistemas de apuntalamiento utilizados en cualquier parte de una excavación, sólo deberían construirse, modificarse o desmontarse bajo la supervisión de una persona competente.

Todas las partes de una excavación, en las que haya personas trabajando deberían ser inspeccionadas por una persona competente en cada oportunidad y cada caso prescritos por las leyes o reglamentos nacionales, registrándose los resultados.

No debería iniciarse el trabajo en ninguna parte de la excavación, terraplén, hasta que no haya sido inspeccionada por la persona competente conforme a lo prescrito por las

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

leyes o reglamentos nacionales y hayan sido declaradas satisfactorias las condiciones de seguridad.

Antes de comenzar el trabajo de excavación en una obra:

- Se recabará toda la información disponible sobre servicios afectados, construcciones, etc.
- Deberían planificarse todas las actividades y decidirse el método de excavación y el tipo de entibación necesarios.
- Debería comprobarse la estabilidad del terreno por una persona competente.
- Una persona competente debería verificar que la excavación no afectará a las estructuras de los edificios y vías de acceso contiguas.
- El empleador debería comprobar la ubicación de las instalaciones de todos los servicios colectivos, como alcantarillas, tuberías de gas y agua y conductos eléctricos, que entrañen riesgos de accidente durante el trabajo.
- Si la seguridad lo exige, deberían desconectarse los conductos de gas, agua, electricidad y otros servicios colectivos.
- Si no fuera posible desplazar o desconectar dichos conductos, todos deberían vallarse, suspenderse en lo alto, señalizarse de forma adecuada o protegerse de otra manera.
- Si la seguridad lo exige, debería limpiarse el terreno de árboles, bloques de piedra y demás obstáculos que se encuentren en él.
- El empleador debería comprobar que los suelos que haya que excavar no están contaminados por sustancias químicas o gases nocivos, o por desechos peligrosos, como el amianto.

Una persona competente debería supervisar todos los trabajos de excavación, y los obreros que ejecuten esos trabajos deberían recibir instrucciones claras.

Deberían examinarse detenidamente las caras laterales de la excavación:

- Diariamente, antes de cada turno y después de una interrupción del trabajo de más de un día.
- Después de un desprendimiento de tierras imprevisto.
- Después de todo daño importante sufrido por la entibación.
- Después de fuertes lluvias, nevadas o una intensa helada.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

A menos que se tomen las precauciones necesarias para impedir el derrumbamiento de las caras laterales, instalando, por ejemplo, bridas o hileras de tablestacas, no debería colocarse ni desplazarse ninguna carga, instalación o equipo cerca del borde de una excavación si ello puede provocar un derrumbamiento y, por consiguiente, entraña un peligro para los trabajadores.

Para impedir que los vehículos se aproximen a las excavaciones deberían instalarse bloques de retención y barreras debidamente afianzadas. No debería permitirse que los vehículos pesados se acerquen a las excavaciones, a menos que la entibación haya sido concebida especialmente para soportar tráfico pesado.

Si una excavación pudiera poner en peligro la estabilidad de una construcción en la que se encuentran trabajadores, deberían tomarse las precauciones necesarias para impedir el derrumbamiento de dicha construcción.

En caso de riesgo de desprendimiento de tierra que amenace la seguridad de los trabajadores, deberían protegerse las caras laterales de la excavación mediante taludes, entibaciones, resguardos protectores amovibles u otros medios eficaces.

8.1.3. Vaciados

Se empezarán a planificar los trabajos una vez conocidos los servicios afectados, el tipo de terreno a vaciar, si han existido construcciones anteriores o galerías, y si es posible, las posibles incidencias que hayan surgido en vaciados adyacentes.

Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados.

Si se pudieran trasmitir enfermedades por el terreno, se dotará al personal de las dotaciones necesarias.

Si se detectan conducciones durante la excavación o capas poco resistentes, se interrumpirá el trabajo y se le notificará al Jefe de Obra y a la Dirección Facultativa para que estudien el caso y se resuelva.

Si hay circulación de vehículos y personas, se determinará y señalizará para evitar el acceso de personal ajeno a la obra.

La excavación de vaciados se hará con una inclinación de taludes que evite desprendimientos de tierra.

Si el vaciado puede afectar a una construcción existente, se estudiarán previamente las medidas a tomar.

Los bordes de los desniveles (terrazas) producidos por el avance de la excavación, serán señalizados o protegidos por vallas o barandillas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se regarán las zonas de transporte para evitar polvo.

Los frentes de excavación serán inspeccionados con la frecuencia necesaria para asegurarse de su estabilidad.

Los acopios de materiales se harán lo suficientemente alejados del borde de la excavación para evitar sobrecargas que puedan originar desprendimientos.

El vaciado se hará en franjas horizontales de 1,5 metros si se realiza a mano, o bien por franjas horizontales de 3 metros si se ejecuta con máquina.

Se dispondrán de vallados: valla de protección de peatones, valla de cabeza de vaciado. Esta última estará lo suficientemente retirada del borde para que no se provoque un desprendimiento de tierras en su colocación.

Las rampas de vaciado tendrán un 12% de pendiente máxima en tramos rectos y un 8% en tramos curvos. Su anchura mínima será de 4,5 metros para un solo sentido de circulación, talud lateral estable, y 6 metros de ancho en un tramo horizontal antes de la salida de la obra.

Si no se pudieran realizar las pendientes recomendadas, deberá recurrirse a la mejora de la adherencia de la rampa con gravas o zahorra.

8.1.4. Excavación en zanjas

La zona de zanja abierta estará protegida mediante barandillas autoportantes en cadena tipo “ayuntamiento”, ubicadas a 2 metros del borde superior de corte.

Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura (mínimo 3 tablones de 7 cm de espesor) bordeadas con barandilla sólida de 100 cm de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié de 15 cm.

Se dispondrán sobre las zanjas en la zona de paso de vehículos, palastros continuos resistentes que imposibiliten la caída a la zanja.

El lado de circulación de camiones o maquinaría quedará balizado a una distancia de la zanja no inferior a 2 metros, mediante el uso de cuerda de banderolas, o mediante bandas de tablón tendidas en línea en el suelo.

El personal deberá bajar o subir por escaleras de mano sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 metro el borde de la zanja, y estarán amarradas al borde superior de coronación.

No se permite que en las inmediaciones de la zanja hayan acopios de materiales a una distancia inferior a 2 metros del borde, en prevención de los vuelcos o deslizamientos por sobrecarga.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizará de inmediato los trabajos, dando aviso urgente al Jefe de Obra.

Todas las zanjas abiertas próximas al paso de personas se protegerán por medio de barandillas de 100 cm de altura, barra intermedia y rodapié de 15 cm, o bien se cerrará eficazmente el acceso a la zona donde se ubican para prevenir las posibles caídas al interior, especialmente durante los descansos.

Es obligatoria la entibación de las zanjas con profundidad superior a 1,5 metros, cuyos taludes sean menos tendidos que los naturales.

La desentibación se hará en el sentido contrario a la entibación, siendo realizada y vigilada por personal competente.

En presencia de lluvia o de nivel freático alto se vigilará el comportamiento de los taludes en prevención de derrumbamientos sobre los operarios.

8.1.5. Excavación con procedimientos neumáticos

No existirán tajos bajo zonas donde se utilicen martillos rompedores en prevención de golpes por objetos o fragmentos.

Los empalmes de las mangueras y demás circuitos a presión estarán en perfectas condiciones de conservación.

Se vigilará que los punteros estén en perfecto estado y serán de diámetro adecuado a la herramienta que se esté utilizando.

No se dejará en martillo hincado, ni se abandonará estando conectado al circuito de presión. A la interrupción del trabajo, se desconectará el martillo, depositándose en el almacén de herramientas.

Los compresores se ubicarán lo más alejado posible de la zona de martillos para evitar en lo posible la conjunción acústica.

Se avisará a los trabajadores del riesgo de apoyarse a horcajadas sobre las culatas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.2.Hormigones

8.2.1.Encofrado y desencofrado de muros

Se prohíbe la permanencia de operarios en la zona de batido de cargas durante la operación de izado de “ferrallado” montado o de tableros de encofrar.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados se hará por medio de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán las plataformas de estancia y circulación en la coronación o intermedios del encofrado de los muros antes de comenzar el hormigonado o de los remates de encofrado.

Se extremará la vigilancia de taludes durante las operaciones de encofrado y desencofrado del trasdós de los muros.

Los clavos existentes en la madera se sacarán o remacharán inmediatamente después de haber desencofrado.

El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe ocupar el menor espacio posible.

Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso. No se enderezarán.

Los grandes paneles de encofrado se manejarán cumpliendo que:

- Se suspenderán a gancho mediante balancín.
- Serán guiados mediante cabos.

8.2.2.Ferrallado

Durante la elevación de las barras se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.

El izado de paquetes de armadura, en barras sueltas o montadas, se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados.

Las barras de ferralla se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se acopiarán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.

Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El taller de ferralla se ubicará de tal forma que, teniendo a él acceso la grúa, las cargas suspendidas no deban pasar por encima de los ferrallistas.

La ferralla armada se colgará para transporte vertical de omegas con lazo de entrega al gancho de la grúa y garrotas antideslizamiento en los extremos.

La ferralla armada presentada se recibirá de inmediato para evitar vuelcos una vez desprendida del gancho de cuelgue.

Las parrillas de ferralla para armado de muros o pantallas se acordelaran hasta concluir el montaje para evitar vuelcos.

Se prohíbe trepar por las armaduras. Para ascenso o descenso se utilizarán escaleras de mano reglamentarias.

Las borriquetas de armado de ferralla estarán rematadas en ángulo hacia arriba para evitar que al rodar sobre ella caigan al suelo los redondos en barras.

Se acotará la superficie del posible barrido de las barras conformadas a partir de dobladora mecánica para evitar golpes al resto de los trabajadores.

Las barras de gran longitud serán acompañadas durante el trayecto para evitar la proyección de pequeños objetos por roce contra el suelo.

Se ubicarán las esperas que presenten las puntas hacia arriba con tablones, setas de plástico, etc., para evitar que se las pueda clavar alguien.

8.2.3. Vertidos de hormigón

8.2.3.1. Hormigonado directo por canaleta

Previamente al inicio del vertido de hormigón del camión hormigonera, se instalarán fuertes topes antideslizamiento en el lugar donde haya de quedar situado el camión.

Los operarios se situarán detrás de los camiones hormigonera en maniobras de marcha atrás; estas maniobras siempre deberán ser dirigidas desde fuera del vehículo por uno de los trabajadores. Tampoco se situarán en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté en posición de vertido.

Para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón para taludes hasta el cimiento se colocarán escaleras reglamentarias.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se prohíbe el cambio de posición del camión hormigonera al mismo tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados.

Los camiones hormigonera no se aproximarán a menos de 2 metros de los cortes del terreno.

8.2.3.2. Hormigonado por cubos

No se cargará el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa. Se señalizará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo que se mantendrá visible.

Se prohíbe permanecer debajo de las cargas suspendidas por las grúas para evitar golpes por fragmentos desprendidos.

Se obligará a los operarios en contacto con los cubos al uso de guantes protectores para su guía y accionamiento de los mecanismos de apertura y cierre.

Los cubilotes se guiarán mediante cuerdas que impidan golpes o desequilibrios a las personas. Se prohíbe expresamente recibir el cubilote directamente para evitar caídas por penduleo.

8.2.3.3. Hormigonado con bombas

El personal encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.

Después de hormigonar se lavará y limpiará el interior de los tubos, y antes de hormigonar se lubricarán las tuberías, empleando masas de mortero de pobre dosificación para, posteriormente, bombear el hormigón con la dosificación requerida.

Hay que evitar los “tapones” por que son riesgo de accidente al desmontar la tubería. Evitar los codos de pequeño radio.

La manguera de salida será guiada por dos operarios para evitar las caídas por golpes de la manguera.

Un trabajador será el encargado permanente de cambiar de posición los tablones de apoyo sobre las parrillas de los que manejan la manguera de vertido del hormigón para evitar las posibles caídas.

Para vertidos a distancia de gran extensión se instalará una cabría para soporte del final del tubo y manguera de vertido.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se evitarán los movimientos de la tubería de la bomba de hormigonado, colocándola sobre caballetes arriostrándose las partes más susceptibles de movimiento en prevención de golpes por reventón.

El manejo, montaje y desmontaje de la bomba de hormigonado deberá realizarse con máximas precauciones e incluso estarán dirigidos los trabajos por un especialista.

Cuando se utilice la "pelota de limpieza" se colocará un dispositivo que impida la proyección; no obstante, los operarios se alejarán del radio de acción de su posible trayectoria.

Se deberán revisar periódicamente los conductos de aceite a presión de la bomba de hormigonado, y se cumplirá con las operaciones de mantenimiento expuesta por el fabricante.

8.2.4. Hormigonado de cimientos

Mientras se realiza el vertido se presentará atención al comportamiento de los taludes para detectar el riesgo de vuelco.

Se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas mediante una cuadrilla de limpieza.

Se habilitarán caminos de acceso a los tajos, estableciéndose pasarelas para poder atravesar las zanjas o caminos. Las pasarelas a más de 2 metros de altura estarán limitadas por barandillas.

Se hará una revisión previa de las excavaciones entibadas antes de proceder al vertido del hormigón.

Se señalizarán y protegerán las excavaciones con vallas metálicas o de madera, pintada a bandas amarillas y negras ubicadas a 2 metros del borde.

Los vibradores estarán provistos de toma de tierra, en el caso de ser eléctricos.

Antes del vertido de hormigón se revisarán los encofrados en evitación de reventones o derrames innecesarios sobre los trabajadores.

8.2.5. Hormigonado de muros

Mientras se realiza el vertido se presentará atención al comportamiento de los taludes para prevenir los riesgos de vuelcos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Mientras se realiza el vertido se vigilará atentamente el comportamiento de los encofrados, parándose los trabajos en caso de fallo.

El vertido de hormigón en los encofrados se efectuará uniformemente repartido. Esta operación se efectuará desde andamios corridos a uno o ambos lados del muro a construir, dotados de barandilla de 100 cm, listón intermedio y rodapié.

El acceso a las plataformas de coronación se efectuará desde el terreno, mediante pasarelas dotadas de barandillas reglamentarias, y desde el suelo a través de escaleras de mano, firmemente ancladas en los apoyos superiores e inferiores.

Se extremarán las precauciones en el desencofrado del trasdós del muro. Estas operaciones se realizarán sujetos con cinturones de seguridad y bajo constante vigilancia. Habrá siempre un mínimo de tres escaleras de mano montadas a intervalos apropiados para su utilización en caso de riesgo.

En caso de hormigonar los muros con bomba, se observarán las Normas Generales y las especificaciones en “hormigonado con bomba en cimientos”, lo mismo se hará en caso de “hormigonar con cubos”. Idéntico proceder se hará en el vertido mediante canaleta.

En todo caso, se dispondrán pasarelas de seguridad reglamentarias de circulación en la coronación de los muros con el fin de facilitar la operación de vertido y el paso y estancia de los trabajadores.

8.3.Muros

8.3.1.Muros de hormigón armado in situ

Se dejarán los bordes de la excavación con los taludes estables y previniendo el espacio necesario para trabajar con holgura. Sobre la cabeza del talud no se producirá ningún tipo de acopio.

El ferrallado siempre se realizará siempre desde andamios completos, con placas de apoyo o husillos de nivelación en la base, con todas las crucetas, plataformas de trabajo de más de 60 cm de ancho y barandillas si la altura es mayor de 2 metros.

Se utilizarán botas de seguridad con suela y puntera de acero y casco.

Para acceder a los andamios se utilizarán escaleras. Está prohibido trepar por los andamios.

El hormigonado y vibrado de los muros se hará desde plataformas de trabajo de 60 cm de ancho protegidas por barandillas de 100 cm de altura con pasamanos, rodapié y listón intermedio.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Todo el equipo eléctrico contará con toma de tierra y protección diferencial.

8.3.2. Muros prefabricados

Para la colocación de las piezas, así como para la utilización de herramientas y medios auxiliares, se seguirán las instrucciones al respecto dadas por el fabricante.

La base de apoyo de los módulos (hormigón de limpieza) estará perfectamente nivelada y reglada.

La grúa y los cables o eslingas a utilizar estarán en perfectas condiciones y bien sobredimensionadas para el peso que tengan que soportar.

Durante el arriostramiento de los módulos se tendrá especial cuidado para evitar posibles aplastamientos y atrapamientos.

Para el ferrallado de la zapata y durante la colocación del drenaje será obligado utilizar botas de seguridad con puntera y platilla de acero y casco de seguridad.

8.4.Trabajos de soldadura

Los procedimientos de soldadura se pueden agrupar en:

- Soldadura con aportación de metal (con estaño, con soplete y con arco).
- Soldadura sin aportación de metal (eléctrica por puntos, por inducción).

8.4.1. Botellas de gases

Tanto el comburente como el combustible se utilizan habitualmente en botellas metálicas cilíndricas de capacidad inferior a 150 litros, lo que facilita su transporte.

Están incluidas dentro del Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias, de acuerdo con el cual se fabrican, inspeccionan periódicamente, marcan, pintan y etiquetan.

Las botellas disponen de una tulipa o capuchón protector del grifo de salida del gas, para evitar su deterioro por golpes o caídas.

El nombre del gas se graba en la ojiva de la botella, donde se coloca también la etiqueta en la que figuran, entre otros datos, las características del gas y principales medidas a tener en cuenta para su utilización.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se pintan de distintos colores, según el gas o mezcla de gas que contengan, de acuerdo con las especificaciones del citado Reglamento.

El oxígeno se comercializa comprimido en las botellas, en estado gaseoso y a 200 kg/cm2 de presión. El cuerpo de la botella va pintado de color negro y la ojiva de color blanco.

El acetileno es un gas combustible, con el que se forman mezclas explosivas en concentraciones entre un 2,5 y un 80 por ciento, e inestable, es decir, que puede descomponerse bajo ciertas condiciones, motivo por el cual no se envasa comprimido si no disuelto y alojado en una masa porosa existente en el interior de la botella, que impide que se propague una posible descomposición del acetileno. El cuerpo de la botella es de color rojo y la ojiva de color marrón.

El propano es un gas que se obtiene de la destilación del petróleo, combustible, no tóxico, más denso que el aire, con el que forma mezclas explosivas en concentraciones entre un 2,2 y un 10 por ciento, que se envasa licuado.

Tanto el cuerpo de la botella como la ojiva son de color naranja. El nombre del gas puede ir grabado en el arco de la botella o en el asa.

8.4.2. Manoreductores

Son reguladores de presión de los gases. Accionando un tornillo de regulación, podemos reducir la presión de los gases hasta el valor adecuado al trabajo a realizar y mantenerla constante durante la operación. Están provistos de dos manómetros: El manómetro de alta, que indica la presión de la botella, y el manómetro de baja, que mide la presión del gas que sale hacia el soplete.

8.4.3. Mangueras

Unen los manoreductores con el soplete, sirviendo de conducto a los gases. Son de distinto color, utilizándose el rojo para el combustible y el negro o azul para el oxígeno

8.4.4. Sopletes

Es el aparato donde se mezcla el combustible y el oxigeno en proporciones adecuadas, permitiendo establecer una llama estable a su salida.

El soplete utilizado para soldar consta de un mango, en el que se acoplan las mangueras de los gases; dos llaves de regulación de caudal, una para el combustible y otra para el oxígeno; un inyector, un mezclador, en el que se produce la mezcla de gases, y la

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

boquilla, pieza intercambiable para adaptarla a las diferentes necesidades de soldadura, que es donde se forma la llama.

El soplete utilizado en oxicorte también dispone de un conducto que proporciona a la salida de la boquilla un chorro de oxígeno que permite realizar el corte de piezas.

8.4.5. Medidas preventivas relativas a los sopletes

En relación con los sopletes hay que tener en cuenta que:

- Para encender: primero, abrir la válvula de oxígeno para obtener un pequeño flujo y, después, abrir totalmente la válvula de acetileno y encender el soplete.
- Para apagar: cerrar primero la llave de acetileno y después la de oxígeno, con el fin de evitar chasquidos y chispas.
- Cuando la boquilla se haya engrasado, su orificio debe ser limpiado con cuidado mediante el alfiler de latón.
- Se instalará doble válvula antirretorno.

8.4.5.1. Comprobación de la boquilla y conexiones

Asegurarse que la boquilla no está obstruida; en caso de retrocesos repetidos de llama hacer reparar el soplete.

Se ha de comprobar el estado de las conexiones antes de encender los mecheros.

8.4.5.2. Paso del gas

Cuando se pare o finalice el trabajo en un tajo, es necesario cerrar el paso del gas; y al abrirlo, emplear la llave propia de la botella, pues, en caso contrario, podrían quedar dañadas las válvulas y sería muy difícil el control.

8.4.5.3. Retroceso de la llama

El retroceso de la llama del soplete se manifiesta por un petardeo que nos indica que la mezcla de gases se está quemando en su interior, bien por un sobrecalentamiento, del soplete, por introducirse una partícula incandescente en el interior de la boquilla, por trabajar a presiones muy bajas o por acercar excesivamente la llama al metal fundido.

En caso de que el soplete se caliente en exceso ha de ser introducido en agua.

8.4.5.4. Soporte

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Disponer de un soporte donde colocar el soplete durante las pequeñas paradas.

8.4.5.5. Encendido y apagado

Para encender el soplete se ha de usar un mechero de chispa con mango de los existentes en el mercado, logrando así que la mano quede alejada del soplete y evitar quemaduras con el fogonazo que se produce al encenderse la mezcla de gases.

Apagar el soplete cuando no se necesite inmediatamente.

8.4.6. Medidas preventivas relativas a las mangueras

8.4.6.1. Conservación

Deben conservarse en muy buen estado; es preciso verificar frecuentemente que no existen fugas, particularmente en las válvulas, acoplamientos y juntas.

Han de estar cerradas mediante abrazaderas especialmente preparadas para ello y en ningún caso mediante simples alambres.

Ha de tener cuidado de no invertir nunca las mangueras del acetileno y del oxígeno.

Conviene que las mangueras de oxígeno y de gas combustible estén unidas. La utilización de alambres para sujetarlas puede cortar la forma, por lo que debemos utilizar abrazaderas adecuadas.

8.4.6.2. Utilización

Se han de utilizar válvulas antirretroceso de llama en ambas mangueras de gases.

Se ha de evitar que las partículas incandescentes o materiales calientes afecten a las mangueras.

8.4.7. Consideraciones previas

La fusión del metal de las piezas a soldar se obtiene por el calor liberado por el arco voltaico. Se utilizan diversos procedimientos, aunque el mas común es realizar la soldadura al arco con electrodos fusibles: El arco eléctrico salta entre las piezas a soldar sometida a uno de los polos de la fuente de energía y una varilla de metal de aportación (llamada electrodo) que se encuentra conectada al otro polo (los electrodos pueden llevar un recubrimiento: “electrodos revestidos”).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El arco eléctrico genera temperaturas superiores a 3.500 ºC, que hace fundirse el metal del electrodo, que se deposita entre las piezas y los bordes de las piezas a unir, formándose un baño de metal fundido que al solidificar proporciona una unión limpia y uniforme entre las piezas.

El funcionamiento de un arco eléctrico en corriente está condicionado por la necesidad de disponer, entre la fuente de energía y el arco, de aparatos susceptibles de permitir la estabilización del arco.

Estos aparatos, que permiten entre otras cosas el cebado, la alimentación y la regulación del arco, constituyen lo que se llama “grupos de soldadura”.

Estos grupos son de dos tipos:

- Estáticos o transformadores alimentados por corriente alterna, reducen la tensión, estabilizan el arco y regulan la intensidad de la corriente, proporcionando una tensión de salida de 60 a 100 voltios.
- Rotativos, que son electrógenos o convertidores, y proporcionan una corriente de soldadura continua, regulándola y estabilizándola. Sus tensiones de vacío están comprendidas entre 50 y 80 voltios.

El grupo de soldadura debe permitir la obtención de un arco estable, con una intensidad capaz de efectuar la fusión del electrodo, limitando la corriente de cortocircuito.

8.4.8. Elementos que componen el equipo

Los elementos que componen el equipo de soldadura manual al arco con electrodo revestido son los siguientes: Cable de alimentación, generador o grupo de soldadura, cables de pinza y masa, pinza portaelectrodos y, por último, electrodos.

8.4.9. Cable de alimentación

Une la red de alimentación con el generador o grupo de soldadura, mediante una clavija de conexión, empleándose normalmente una tensión de 220-238 voltios.

En algunos equipos portátiles no existe este elemento y funcionan mediante motores alimentados por gasolina o gasóleo.

8.4.10. Generador o grupo de soldadura

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Es el que puede transformar, convertir y rectificar la tensión de alimentación de la red en una corriente de características de tensión, intensidad y polaridad adecuadas a la soldadura que se quiere realizar.

El arco eléctrico necesita dos tensiones distintas para su normal funcionamiento. La tensión de vacío, que es la que existe cuando el grupo está conectado a la red, pero sin cerrar el circuito de soldadura, favorece el encendido del arco al iniciarse la soldadura y puede oscilar entre 40 y 100 voltios. Una vez que se establece el arco eléctrico y comienza la soldadura, el voltaje disminuye hasta un valor inferior a 40 voltios, que es lo que se denomina tensión del arco o tensión de soldadura.

Los valores de ambas tensiones dependen de la corriente, continua o alterna, y del tipo de electrodo utilizado.

8.4.11. Cables de pinza y masa

Son los cables que transportan la corriente desde el grupo hasta el puesto de soldadura. El cable de pinza es el que va desde una de las bombas de salida del grupo de soldadura hasta la pinza portaelectrodos. El cable de masa es el que se une el grupo de soldadura con las piezas a soldar, bien directamente o a través de una masa o soporte metálico sobre el que están las piezas.

8.4.12. Pinza portaelectrodos

Es una herramienta manual que transmite la corriente al electrodo y mediante un dispositivo adecuado lo sostiene mediante la soldadura. Está unida al grupo de soldadura mediante el cable de pinza.

8.4.13. Electrodos

Los electrodos manuales revestidos están formados por una varilla metálica, de composición similar a las piezas a soldar rodeada de un revestimiento formado por una mezcla de diversos productos orgánicos y minerales. Al establecerse el arco eléctrico entre las piezas y el electrodo, se produce la fusión de ambos, y al solidificar, se origina un cordón de soldadura que une las piezas.

El extremo de la varilla que se introduce en la pinza portaelectrodos no está revestido.

Existen diferentes tipo de revestimientos: Oxidantes, ácidos, rutilos, básicos y orgánicos o celulósicos, que proporcionan distintas características a los electrodos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.5. Instalaciones eléctricas

8.5.1. Instalación eléctrica provisional de obra

8.5.1.1. Actuaciones previas

Previa petición de suministro a la empresa responsable del servicio, indicando el punto de entrega de suministro de energía según plano, se procederá al montaje de la instalación de la obra.

Simultáneamente con la petición de suministro se solicitará, en caso necesario, el desvío de las líneas aéreas o subterráneas disponiendo de un armario de protección y medida directa, realizado en material aislante, con protección intemperie y entrada y salida de cables por la parte inferior; la puerta dispondrá de cerradura de resbalón con llave de triángulo con posibilidad de poner un candado; la profundidad mínima del armario será de 25 cm.

A continuación se situará el cuadro general de mando y protección dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra y sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos y diferencial de 300 mA. El cuadro estará construido de forma que impida el contacto con los elementos bajo tensión.

De este cuadro saldrán circuitos secundarios de alimentación a los cuadros secundarios para grúas, maquinillas, vibradores, etc. dotados de interruptor omnipolar, interruptor general magnetotérmico con interruptor magnetotérmico y diferencial de 30 mA. Todas las bases de corriente tendrán una protección de 30 mA independientemente de que sean bases para alumbrado o fuerza.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito de alimentación para los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles en los diferentes tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil según las necesidades de la obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones de intemperie. Estando colocados estratégicamente a fin de disminuir en lo posible el número de líneas y su longitud.

El armario de protección y medida se situará en el límite del solar, con la conformidad de la empresa suministradora.

Se determinarán las secciones de los cables, los cuadros necesarios, su situación, así como las protecciones necesarias para las personas y las máquinas. Todo ello según lo contenido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.5.1.2. Cables y empalmes

Los calibres de los cables serán adecuados para la carga que han de soportar en función del cálculo realizado.

La funda de los hilos será perfectamente aislante, despreciando las que aparecen repeladas, empalmadas o con sospecha de estar rotas.

La distribución a partir del cuadro general se hará con cable manguera antihumedad perfectamente protegido; siempre que sea posible irá enterrado, señalizándose con tablones su trayecto en los lugares de paso.

Los empalmes provisionales y alargaderas se harán con empalmes, admitiéndose en ellos una elevación de temperatura igual a la admitida por los conductores. Las cajas de empalme serán de modelos normalizados para intemperie.

Siempre que sea posible, los cables en interiores irán colgados, los puntos de sujeción irán perfectamente aislados, no serán simples clavos. Las mangueras tendidas por el suelo, al margen de deteriorarse y perder protección, son obstáculos para el transito normal de los trabajadores.

8.5.1.3. Interruptores

Los interruptores estarán protegidos en cajas del tipo blindado, con cortacircuitos fusibles y ajustándose a las normas establecidas por el REBT. Se instalarán dentro de cajas normalizadas con puerta y cierre, con una señal de “Peligro electricidad” sobre la puerta.

8.5.1.4. Cuadros eléctricos

El suministro de energía eléctrica de las obras se podrá realizar a través de grupos generadores de corriente o por enganche directo de las líneas de la compañía suministradora en el ámbito de la zona donde se vayan a desarrollar los trabajos.

Los cuadros de distribución irán provistos de protección magnetotérmica y de relé diferencial con base de enchufe y clavija de conexión. Serán de chapa metálica, estancos a la proyección de agua y polvo y cerrados mediante puerta con llave, se mantendrán sobre pies derechos o eventualmente colgados de muros o tabiques, pero siempre con suficiente estabilidad y sólo serán manipulados por el personal especializado.

Cada cuadro eléctrico irá provisto de su toma de tierra correspondiente, a través del cuadro eléctrico general y señal normalizada de “Peligro Electricidad” sobre la puerta, que estará provista de cierre.

Irán montados sobre tableros de material aislante, dentro de una caja que los aísle, montados sobre soportes o colgados de la pared, con puerta y cierre de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El cuadro eléctrico general se accionará sobre una banqueta de aislamiento eléctrico específico. Su puerta estará dotada de enclavamiento.

El cuadro eléctrico general se instalará en el interior de un receptáculo cerrado con ventilación continua por rejillas y puerta con cerradura. La llave quedará identificada mediante llavero específico en el cuadro de llaves de la oficina de obra.

8.5.1.5. Toma de corriente

Las tomas de corriente serán blindadas, provistas de una clavija para toma de tierra y, siempre que sea posible, con enclavamiento.

Se emplearán colores distintos en los tomacorrientes para diferenciar el servicio a 220 V del de 380 V.

8.5.1.6. Interruptores automáticos

Se colocarán todos los que la instalación requiera pero de un calibre tal que “salten” antes de que la zona de cable que protegen llegue a la carga máxima.

Con ellos se protegerán todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado.

8.5.1.7. Disyuntores diferenciales

Todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado, irán protegidas con un disyuntor diferencial de 30 mA tanto para la protección de la maquinaria como para la protección del sistema de alumbrado, ubicados en el cuadro eléctrico general.

Las máquinas quedarán protegidas en sus cuadros mediante disyuntores diferenciales selectivos, calibrados con respecto al del cuadro general para que se desconecten antes que aquél o aquellos de las máquinas con fallos, y evitar la desconexión general de toda la obra.

8.5.1.8. Tomas de tierra

En caso de ser necesaria la instalación de un transformador se le dotará de la toma de tierra adecuada, ajustándose a los reglamentos y exigencias de la empresa suministradora.

La toma de tierra de la maquinaria se hará mediante hilo de toma de tierra específico y por intermedio del cuadro de toma de corriente y cuadro general en combinación con los disyuntores diferenciales generales o selectivos.

La conductividad del terreno en el que se ha instalado la toma de tierra (pica o placa) se aumentará regándola periódicamente con un poco de agua.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las picas de toma de tierra quedarán permanentemente señalizadas mediante una señal de riesgo eléctrico sobre un pie derecho.

8.5.1.9. Alumbrado

El alumbrado de la obra en general, y de los tajos en particular, será “bueno y suficiente”, con la claridad necesaria para permitir la realización de los trabajos, según las intensidades marcadas en el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril, “lugares de trabajo” del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Se exige un mínimo de 250 lux.

El alumbrado estará protegido por un disyuntor diferencial de 30 mA instalado en el cuadro general eléctrico.

Siempre que sea posible la instalación de alumbrado será fija. Cuando sea necesario, utilizar portalámparas estancos con mango aislante, rejilla de protección de bombilla y ganchos de cuelgue.

Cuando se utilicen portátiles en tajos en los que las condiciones de humedad sean elevadas, la toma de corriente se hará en un transformador portátil de seguridad de 24 V.

Cuando se utilicen focos se situarán sobre pies derechos de madera o sobre otros elementos recubiertos de material aislante, colocados a un mínimo de 2 metros de altura sobre el pavimento para evitar los deslumbramientos que suelen producir los focos a baja altura.

Todas las zonas de paso de la obra, y principalmente las escaleras, estarán bien iluminadas, evitando los “rincones oscuros”.

8.5.1.10. Mantenimiento y reparaciones

Todo el equipo se revisará periódicamente por el electricista instalador de la obra.

Las reparaciones jamás se harán bajo corriente. Antes de realizar una reparación se quitarán los interruptores de sobreintensidad, colocando en su lugar una placa de “NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED”.

Las nuevas instalaciones, reparaciones, conexiones, etc, únicamente las realizarán los electricistas autorizados.

8.5.1.11. Protección contactos directos

Es el contacto establecido con elementos conductores sometidos habitualmente a tensión.

La protección se podrá realizar por:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente que se encuentran o circulan sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.
- Interposición de obstáculos que impidan el contacto accidental con las partes en tensión (partes activas de la instalación). Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que puedan presentarse en su función.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de aislamiento apropiado que conserve sus propiedades con el paso del tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio e estos efectos.

8.5.1.12. Protección contra contactos indirectos

Son los contactos entre el individuo y elementos que accidentalmente han quedado sometidos a tensión.

La protección contra estos contactos puede ser de dos clases:

Clase A:

Esta medida consiste en tomar posiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo haciendo que los contactos no sean peligrosos e impidiendo los contactos simultáneos entre masas y elementos conductores, entre los que puede aparecer una diferencia potencial peligrosa.

Los sistemas de protección de clase A son los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Esta medida consiste en la puesta a tierra de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección de clase B son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

8.5.1.13. Descargas eléctricas y su protección.

En ocasiones no es necesario que se llegue a establecerse el contacto para que se produzca el paso de la corriente, pues, debido a condiciones atmosféricas adversas tales como humedad, ionización del aire, lluvia, etc., puede saltar un arco.

No tenemos más protecciones contra la descarga eléctrica que en caso de tormentas los pararrayos.

Además de todas estas protecciones que se han indicado están los disyuntores diferenciales para cubrir a las personas contra estas intensidades dañinas que pasan a través del cuerpo y que no se han podido evitar.

8.5.2. Puesta a tierra de las masas

La puesta a tierra la definimos como toda ligazón metálica directa sin fusible ni dispositivo de corte alguno, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no haya diferencia de potencial peligrosa y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.

En cada caso se calculará la resistencia apropiada, que según la Reglamentación Española no excederá de 20 ohmios.

Según las características del terreno se usará el electrodo apropiado de los tres tipos sancionados por la práctica.

Se mantendrá una vigilancia y comprobación constantes de las puestas a tierra.

8.5.3. Otras medidas de protección

- Se extremarán las medidas de seguridad en los emplazamientos cuya humedad relativa alcance o supere el 70% y en locales mojados o con ambientes corrosivos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Todo conmutador, seccionador, interruptor, etc., deberá estar protegido mediante carcasas, cajas metálicas etc.
- Cuando se produzca un incendio en una instalación eléctrica, lo primero que deberá hacerse es dejarla sin tensión.
- En caso de reparación de cualquier parte de la instalación, se colocará un cartel visible con la inscripción: "No meter tensión, personal trabajando".
- Siempre que sea posible, se enterrarán las líneas de conducción, protegiéndolas adecuadamente por medio de tubos que posean una resistencia, tanto eléctrica como mecánica, probada.

8.5.3.1. Señalización y aislamiento

Se colocarán en lugares apropiados uno o varios avisos en los que:

- Se prohíba la entrada a las personas no autorizadas a los locales donde está instalado el equipo eléctrico.
- Se prohíba a las personas no autorizadas el manejo de los aparatos eléctricos.
- Se den instrucciones sobre las medidas que han de tomarse en caso de incendio.
- Se den instrucciones para salvar a las personas que estén en contacto con conductores bajo tensión y para reanimar a los que hayan sufrido un choque eléctrico.

Si en las obras hubiera diferentes voltajes (15, 220, 380 V), en cada toma de corriente se indicará el voltaje a que corresponda.

Todos los cuadros eléctricos generales de maquinaria y carcasas de maquinaria eléctrica tendrán el voltaje a que corresponda.

Las herramientas tendrán mangos aislantes y estarán homologadas MT para riesgos eléctricos.

Si se utilizan escaleras o andamios para hacer reparaciones, cumplirán con las especificaciones y normativas estipuladas en sus correspondientes apartados dentro de este mismo Pliego de Condiciones de Seguridad y Salud.

8.5.4. Eléctrica

Durante el montaje de la instalación se impedirá, mediante carteles avisadores de “Peligro Electricidad”, que nadie pueda conectar la instalación a la red.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se ejecutará, como última fase de la instalación, el cableado desde el cuadro general al de la compañía, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para efectuar la conexión en el cuadro (fusibles y seccionadores), que se instalarán poco antes de concluir la instalación.

Antes de proceder a la conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas en tensión instalándose carteles y señales de “Peligro Electricidad”.

Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación (cuidando de que no queden accesibles a terceros, uniones empalmes, y cuadros abiertos), comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, protección diferencial, puesta a tierra, cerradura y manguera en cuadro y grupos eléctricos.

Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas; a modo de señalización y protección para reparto de cargas, se establecerá sobre las zonas de paso sobre mangueras una línea de tablones señalizados en los extremos del paso con señal de “Peligro Electricidad”.

Los mangos de las herramientas manuales estarán protegidos con materiales aislantes de la electricidad, quedando prohibida su manipulación y alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará la herramienta. Estas herramientas estarán homologadas MT para riesgos eléctricos.

Para la utilización de andamios y escaleras de mano es de aplicación lo contenido dentro de este mismo Pliego de Condiciones de Seguridad y Salud.

Se prohíbe expresamente:

- La utilización de escaleras de mano o de tijera sobre rampas sin haber procedido antes a la nivelación horizontal de los puntos de apoyo.
- La utilización de escaleras de mano o de tijera a huecos sin protección colectiva eficaz al caso.
- La formación de andamios utilizando escaleras de mano o de tijera.

8.5.5. Trabajos en profundidad de líneas eléctricas

Siempre que sea posible se solicitará, del propietario de la línea, el corte de fluido y su puesta a tierra antes de realizar los trabajos. Se comprobará, previa comunicación del vigilante de la compañía suministradora, la desaparición del riesgo eléctrico antes de iniciar los trabajos.

Las líneas cuyo desvío se ha previsto en el proyecto habrán cambiado de ubicación antes de ser necesario trabajar en su actual estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las líneas eléctricas que permanecerán en servicio durante la realización de los trabajos quedarán acotadas a una distancia mínima de 5 metros. En esta área quedará prohibida la estancia y paso de personas o acopios en prevención del riesgo eléctrico.

Siempre que se tengan que realizar trabajos bajo líneas eléctricas aéreas en servicio, y no se pueda cortar la corriente, será preceptivo la colocación de pórticos de señalización previo a la realización de cualquier otro trabajo.

8.5.6. Construcción del apantallado de seguridad

Se realizará cumpliendo con las siguientes prescripciones:

- Replanteo mediante teodolito y miras aislantes de la electricidad. Se prohíbe el uso de miras metálicas.
- Ubicación, a un mínimo de 5 metros, del cable más exterior de la línea.
- El personal interviniente estará dotado de casco, guantes y calzado aislante de la electricidad, según el voltaje de la línea protegida.
- Se vigilará expresamente, en presencia de líneas eléctricas, las siguientes acciones:
- Cambio de posición de camiones al mismo tiempo que se utiliza el volquete.
- Aproximación al límite de seguridad de las cargas suspendidas a gancho de las grúas autopropulsadas.
- Cambios de posición de palas y retroexcavadoras con los cazos en alto.

Como precaución adicional en presencia de líneas eléctricas, los cuelgues a gancho de grúa se efectuaran mediante eslingas aislantes de teflón y fibra de vidrio.

8.5.7. Puesta a tierra de líneas durante cortes

Para el retranqueo de líneas eléctricas de MT y de AT o bien para su desmontaje o desconexión provisional para realizar durante un tiempo determinado algunas operaciones, se procederá del siguiente modo:

- Estas operaciones las realizarán sólo empresas especializadas, autorizadas por la administración competente y homologadas por la Compañía propietaria de la línea eléctrica.
- Se solicitará por escrito a la Compañía suministradora del corte de corriente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Se establecerá el protocolo de autorización y tiempo.
- Se mantendrá comunicación continua entre la subestación eléctrica y el responsable de los trabajos.
- Una vez comunicado el corte, se asegurarán por este orden las operaciones siguientes:
- Comprobar ausencia de tensión.
- Utilización de pértiga.
- Puesta a tierra y cortocircuito.

Así se asegura la ausencia de tensión y deberá eliminarse antes del retorno de la misma.

Cuando la Compañía suministradora no pueda conceder el corte, se consideraran las distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo en tensión y la parte más cercana del cuerpo del obrero o de la máquina, considerando siempre la situación más desfavorable.

8.6.Recintos muy conductores

Debido a la resistencia de contacto entre el cuerpo del trabajador y las paredes disminuye, ya que el riesgo aumenta cuando el recinto es reducido, se utilizarán pequeñas tensiones de seguridad y las tomas de corriente estarán al exterior.

8.7.Útiles eléctricos de mano

Las condiciones de utilización de cada material, se ajustarán exactamente a lo indicado por el fabricante en la placa de característica, o en su defecto, a las indicaciones de tensión, intensidad, etc, que facilite el mismo, ya que la protección contra contactos indirectos puede no ser suficiente para cualquier tipo de condiciones ambientales, si no se utiliza el material dentro de los márgenes para los que ha sido proyectado.

Se verificará el aislamiento y protecciones que recubren a los conductores.

Las tomas de corriente, prolongadores y conectores se dispondrán de tal forma que las piezas desnudas bajo tensión no sean nunca accesibles durante la utilización del aparato.

Sólo se utilizarán lámparas portátiles manuales que estén en perfecto estado y hayan sido concebidas a este efecto, según normas del Reglamento Electrónico para baja tensión. El mango y el cesto protector de la lámpara serán de material aislante, y el cable flexible de alimentación garantizará el suficiente aislamiento contra contactores eléctricos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las herramientas eléctricas portátiles como esmeriladores, taladradoras, remachadoras, sierras, etc, llevarán un aislamiento de clase II.

Estas máquinas llevan en su placa de características dos cuadros concéntricos o inscritos uno en el otro y no deben ser puestas a tierra.

8.8.Medios auxiliares

Para la ejecución de unidades de obra que precisen medios auxiliares especiales como cimbras, encofrados especiales, etc. y siempre que lo juzgue necesario el Director de Obra, deberá realizarse por parte del Contratista un proyecto independiente de dichos medios redactado por técnico competente, que deberá visarse en el Colegio Profesional competente.

8.8.1.Andamios sobre borriquetas

Los andamios de borriquetas a instalar cumplirán los siguientes requisitos de seguridad estructural:

- Separación máxima de los puntos de apoyo.
- Plataforma de trabajo formada por tres tablones de un mínimo de 5 x 20 cm de escuadría, unidos entre sí mediante listones transversales dispuestos en la cara inferior.
- La plataforma de trabajo quedará clavada, atada o embridada a las borriquetas.
- Las plataformas de trabajo que deban formarse a 3 o más metros de altura se arriostrarán con cruces de San Andrés.
- Las plataformas se mantendrán limpias de residuos o de materiales que puedan hacer las superficies de apoyo resbaladizas.
- Cuando la altura de la plataforma de trabajo sea igual o superior a 2 metros se rodearan de barandillas sólidas de 100 cm de altura formadas por tubo pasamanos, tubo intermedio y rodapié de 15 cm.
- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán de los laterales de las borriquetas longitudinales iguales o superiores a los 50 cm, para prevenir los riesgos de basculamiento de los tablones.
- Los andamios sobre borriquetas no utilizarán para sustitución de alguna o de ambas borriquetas, elementos extraños, en prevención de los riesgos por inestabilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los materiales se colocaran sobre los tablones de manera uniformemente repartida, para prevenir las sobrecargas innecesarias y las situaciones inestables.
- Las borriquetas metálicas se mantendrán libres de óxido, aisladas mediante pinturas anticorrosivas.
- Las borriquetas de madera se mantendrán libres de materiales y escorrentías que dificulten observar si la madera continua en buen estado.
- Las plataformas sobre borriquetas de amplia superficie se constituirán con borriquetas de idéntica altura y tablones del mismo grosor para evitar desniveles y resaltos.
- Los andamios de borriquetas utilizados para montajes de escayolas o para pintura se limpiarán diariamente para evitar las superficies de trabajo resbaladizas y que se oculte el estado de la madera utilizada.

8.8.2. Andamios metálicos tubulares

Durante el montaje y desmontaje, se subirán las barras con cuerdas y nudos tipo marinero y los operarios adoptarán las protecciones necesarias para evitar su caída y, obligatoriamente, deberán usar el cinturón de seguridad, que sujetarán a elementos sólidos de la estructura tubular.

El anclaje de estos andamios se efectuará al tresbolillo, según detalle de planos en planta y alzado.

En estos andamios constituidos por tubos o perfiles metálicos se determinará el número de los mismos, su sección, disposición y separación entre ellos, piezas de unión, arriostramientos anclajes, de fachada y apoyos sobre el terreno, de forma que quede cumplidamente asegurada la estabilidad y seguridad general de los trabajos respectivos.

El piso de los andamios se sujetará a los tubos o perfiles metálicos mediante mordazas o rótulos que impidan el basculamiento y hagan la sujeción segura.

Cuando estos andamios hayan de sujetarse en las fachadas, se dispondrán suficientes números de puntos de anclaje para lograr la estabilidad y seguridad del conjunto, según indique la casa suministradora y se plasme en los planos que acompañarán al certificado de montaje.

Las plataformas de trabajo quedarán siempre inmovilizadas mediante bridas.

La estructura tubular se arriostrará en cada cara externa y en las diagonales espaciales mediante cruces de San Andrés y mordaza de aprieto o rótulos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

En cualquiera de los casos, El montaje se deberá realizar mediante las instrucciones suministradas por el fabricante.

Se vigilará el apretado uniforme de las mordazas o rótulos, de forma que no quede nada flojo.

El apoyo de la cabeza de los tubos contra zonas resistentes debe hacerse con la interpolación de otra base que, a su vez, llevará unos taladros para pasar las puntas o tornillos de sujeción.

Se prestará una especial atención al peligro que la oxidación representa en esta clase de andamios.

Las plataformas de trabajo provisionales, a intercalar entre las fijas de seguridad, se compondrán por un ancho mínimo de 60 cm, se trabarán entre sí y se inmovilizaran a la estructura tubular mediante bridas.

A partir de los 2 metros de altura de una plataforma de trabajo es necesaria la instalación de barandilla, listón intermedio y rodapié, y trabajar sujeto a partes sólidas mediante el cinturón de seguridad.

8.8.3. Andamios sobre ruedas

Durante el movimiento del andamio, este permanecerá totalmente libre de objetos, herramientas, materiales y personas.

Las plataformas de trabajo se rodearán en sus cuatro lados con barandilla de 100 cm de alto, rodapié de 15 cm y listón intermedio.

Antes del desplazamiento del andamio desembarcará el personal de la plataforma de trabajo y no volverá a subir al mismo hasta que el andamio esté situado y calzado en su nuevo emplazamiento.

El acceso a la plataforma se hará por medio de escaleras y no por los travesaños o barras de sus estructuras.

Antes de su utilización se comprobará su verticalidad y estabilidad, de forma que su altura no sea superior a cuatro veces su lado menor.

Se cuidará que apoyen en superficies resistentes, recurriendo si fuera necesario, a la utilización de tablones u otros dispositivos de reparto de peso.

Las ruedas estarán provistas de dispositivos de bloqueo, en caso contrario se acuñarán por ambos lados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las plataformas de trabajo estarán bien sujetas a la estructura del andamio.

El acceso a la plataforma permanecerá cerrado durante la permanencia de los operarios sobre ellas, mediante una cadena o barra de seguridad

8.8.4. Escaleras de mano

Preferentemente serán metálicas y sobrepasarán siempre en 1 metro la altura a salvar una vez puestas en correcta posición.

Cuando sean de madera, los peldaños serán ensamblados y los largueros serán de una sola pieza, y en caso de pintarse, se harán con barnices trasparentes.

En cualquier caso dispondrán de zapatas antideslizantes en su extremo inferior y estarán fijadas con garras o ataduras en su extremo superior para evitar deslizamientos.

Está prohibido el empalme de dos escaleras, a no ser que se utilicen dispositivos especiales para ello.

Las escaleras de mano no podrán salvar más de 5 metros a menos que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido el uso de escaleras de mano superiores a 7 metros.

Para cualquier trabajo en escaleras superior a 3 metros sobre el nivel del suelo es obligatorio el uso de cinturón de seguridad.

Su inclinación será tal que la separación del punto de apoyo inferior será la cuarta parte de la altura a salvar.

El ascenso y descenso por escaleras de mano se hará de frente a las mismas.

No se utilizarán transportando a mano y al mismo tiempo pesos superiores a 25 Kg.

Las escaleras de tijera o dobles estarán provistas de cuerdas o cadenas, que impidan su abertura al ser utilizadas, y topes en su extremo inferior.

8.8.5. Puntales metálicos

Todos los puntales se colocarán sobre durmientes de tablón bien nivelados y perfectamente aplomados. El contratista lo comprobará en todo momento.

Si fuera necesario colocar puntales inclinados se acuñará el durmiente del tablón, nunca el usillo de nivelación del puntal.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Es necesario realizar el hormigonado tratando de no desequilibrar las cargas que van a recibir los puntales, para lo cual se tendrá en cuenta los ejes de simetría de los forjados.

Una vez los puntales en carga, no podrán aflojarse ni tensarse y si por cualquier razón se viera que algunos puntales trabajan con exceso de carga, se colocarán a su lado otros que absorban este exceso de carga, sin tocar para nada el sobrecargado.

Se prohíbe usar los puntales a su altura máxima, para evitar la merma de su capacidad portante.

Los puntales se desmontarán desde el lugar desencofrado en dirección hacia el encofrado, para evitar los golpes por desplome de las sopandas.

Al desmontar un puntal se controlará la sopanda con el fin de evitar su caída brusca y descontrolada.

Tras el desencofrado, se apilarán sobre una batea emplintada por capas de una sola fila de puntales cruzados perpendicularmente. Se fijarán mediante eslingas a la batea y se izarán a gancho de grúa.

8.9.Maquinaria

8.9.1. Maquinaria auxiliar en general

Las máquinas-herramientas que originen trepidaciones tales como martillos neumáticos, apisonadoras, remachadoras, compactadores o vibradoras o similares, deberán estar provistas de horquillas y otros dispositivos amortiguadores, y al trabajador que las utilice se le proveerá de equipo de protección personal antivibratorio (cinturón de seguridad, guantes, almohadillas, botas, etc., ...).

Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados, dispuestos de tal manera que prevengan el contacto de las personas u objetos.

En las máquinas que lleven correas queda prohibido maniobrarlas a mano durante la marcha. Estas maniobras se harán mediante monta correas y otros dispositivos análogos que alejen todo peligro de accidente.

Los engranajes al descubierto, con movimiento mecánico o accionado a mano, estarán protegidos con cubiertas completas, que sin necesidad de levantarlas permitan engrasarlos, adoptándose análogos medios de protección para las transmisiones por tornillos sin fin, cremalleras y cadenas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Toda máquina averiada, o cuyo funcionamiento sea irregular, será señalizada y se prohibirá su manejo a trabajadores no encargados de su reparación. Para evitar su involuntaria puesta en marcha, se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y si ello es posible, se colocará un letrero con la prohibición de maniobra, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

Si se hubieran de instalar motores eléctricos en lugares con materias fácilmente combustibles, en locales cuyo ambiente contenga gases, partículas o polvos inflamables o explosivos, poseerán un blindaje antideflagrante.

En la utilización de la maquinaria de elevación, las elevaciones o descensos de las cargas se harán lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca y se hará siempre en sentido vertical para el balanceo.

No se dejarán los aparatos de izar con cargas suspendidas y se pondrá el máximo interés en que las cargas vayan correctamente colocadas (con doble anclaje y niveladas, de ser elementos alargados).

La carga debe estar en su trayecto constantemente vigilada por el maquinista, y en casos en que irremediablemente no fuera así, se colocará uno o varios trabajadores que efectuarán las señales adecuadas para la correcta carga, desplazamiento, parada y descarga.

Se prohíbe la permanencia de cualquier trabajador en la vertical de las cargas izadas o bajo el trayecto de recorrido de las mismas.

Los aparatos de izar y transportar en general, estarán equipados con dispositivos para frenado y efectivo de un peso superior en una vez y medirá la carga límite autorizada; y los accionados eléctricamente estarán provistos de dispositivos limitadores que automáticamente corten la energía eléctrica al sobrepasar la altura o desplazamiento máximo permisible.

Los cables de izado y sustentación serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear; en caso de sustitución por deterioro o rotura, se hará mediante mano de obra especializada y siguiendo las instrucciones para el caso dadas por el fabricante.

Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos metálicos resistentes.

Se inspeccionará semanalmente el número de los hilos rotos, desechándose aquellos cables que lo estén en más del 10% de los mismos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Los ganchos serán de acero o hierro forjado, estarán equipados con pestillos y otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse; las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.

Los aparatos y vehículos llevarán un rótulo visible con indicaciones de carga máxima que puedan admitir y que por ningún concepto será sobrepasada.

Toda la maquinaria eléctrica deberá disponer de toma de tierra y protecciones diferenciales correctas.

8.9.2. Maquinaria de movimiento de tierras y excavaciones

El Contratista asegurará que toda la maquinaria móvil antes del inicio de los trabajos se encuentra en un estado óptimo de funcionamiento mediante certificado, libro de mantenimiento, marca CE, ITV (si les corresponde), etc. Será comprobado por el Jefe de Obra y será indispensable para poder trabajar en la obra conforme al control de accesos.

Estarán equipadas con:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad.
- Extintores.
- Retrovisores de cada lado.

Y en su utilización se seguirán las siguientes reglas:

- Cuando una máquina de movimiento de tierras esté trabajando no se permitirá el acceso al terreno comprendido en su radio de trabajo; si permanece estática, señalará su zona de peligrosidad actuándose en el mismo sentido.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la máquina a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- No se abandonará la máquina sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchara o la pala, parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno.
- No se permitirá el transporte de personas sobre estas máquinas.
- No se procederá a reparaciones sobre la máquina con el motor en marcha.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Los caminos de circulación interna se señalizarán con claridad para evitar colisiones o roces, poseerán la pendiente máxima autorizada por el fabricante para la máquina que menor pendiente admita.

- No se realizarán ni mediciones ni replanteos en las zonas donde estén trabajando máquinas de movimiento de tierras hasta que estén separadas y el lugar seguro de ofrecer riesgo de vuelcos o desprendimiento de tierra.

8.9.2.1. Retroexcavadora

Utilizar la retroexcavadora adecuada al terreno a emplear. Utilizar orugas en terrenos blandos o para materiales duros y trayectos cortos o mejor sin desplazamiento. Utilizar retroexcavadora sobre neumáticos en terrenos duros o abrasivos, o materiales sueltos y trayectos largos y/o de continuo desplazamiento.

Estas máquinas en general no suelen sobrepasar pendientes superiores al 20% en terrenos húmedos y 30% en terrenos secos pero deslizantes.

Durante un trabajo con equipo retro es necesario hacer retroceder la máquina cuando la cuchara comienza a excavar por debajo del chasis. Nunca se excavará por debajo de la máquina pues puede volcar en la excavación.

Al cargar de material los camiones la cuchara nunca debe pasar por encima de la cabina del camión.

En los trabajos con estas máquinas, en general, para la construcción de zanjas, es preciso prestar especial atención a la entibación de seguridad, impidiendo los derrumbamientos de tierras que puedan arrastrar a la máquina y alcanzar al personal que trabaja en el fondo de las zanjas.

Es imprescindible el tensado de las cadenas o la comprobación de la presión de los neumáticos. En muchos casos la colocación de las cadenas en los neumáticos aumenta la producción y disminuye el riesgo.

Cuando se trabaje en la proximidad de desniveles o zonas peligrosas, es imprescindible colocar balizas de forma visible en los límites de la zona de evolución. En grandes movimientos de tierras y vertederos es necesaria la presencia de un señalista.

8.9.2.2. Motovolquete autopropulsado (Dúmper)

Se señalizará y establecerá un fuerte tope de fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dúmper debe verter su carga.

Se señalizarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por dúmperes.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Es obligatorio no exceder la velocidad la velocidad de 20 km/h tanto en el interior como en el exterior de la obra.

Si el dúmper debe de transitar por vía urbana deberá ser conducido por persona provista del preceptivo permiso de conducir de clase B. (Esta medida es aconsejable incluso para tránsito interno).

Se prohíbe sobrepasar la carga máxima de inscrita en el cubilote.

Se prohíbe el "colmo" de las cargas que impida la correcta visión el conductor.

Queda prohibido el transporte de personas sobre el dúmper (para esta norma se establece la excepción debida a aquellos dúmperes dotados de transportín para estos menesteres).

El remonte de pendientes bajo la carga se efectuará siempre en marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelco.

8.9.2.3. Motoniveladora

Esta máquina, como en general todas las provistas de cucharilla, es muy difícil de manejar, requiriendo que sean siempre empleadas por personal especializado y habituado a su uso.

Las motoniveladoras están diseñadas para mover materiales ligeros y efectuar refinos. No deben nunca utilizarse como bulldózer, causa de gran parte de los accidentes así como del deterioro de la máquina.

El refino de taludes debe realizarse cada 2 ó 3 m. de altura. La máquina trabaja mejor, con mayor rapidez, evitando posibles desprendimientos y origen de accidentes.

Estas máquinas no deberán sobrepasar en ningún caso pendientes laterales superiores al 40%.

Se utilizarán los peldaños y asideros para el ascenso o descenso de la cabina de mando.

Se prohíbe realizar trabajos de medición o replanteo con la motoniveladora en movimiento.

8.9.3. Maquinaria de compactación

Estas máquinas, por su sencillo manejo y por consistir su trabajo en ir y venir repetidas veces por el mismo camino, son las que mayores índices de accidentabilidad presentan, fundamentalmente por las siguientes causas:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Trabajo monótono que hace frecuente el despiste del maquinista provocando atropellos, vuelcos y colisiones. Es necesario rotaciones de personal y controlar períodos de permanencia en su manejo.
- Inexperiencia del maquinista pues, en general, se dejan estas máquinas en manos de cualquier operario con carnet de conducir o sin él, dándole unas pequeñas nociones del cambio de marcha y poco más. El conductor estará en posesión del carnet de conducir y de capacitación para el manejo de maquinaria pesada.
- Los compactadores tienen el centro de gravedad relativamente alto, lo que les hace muy inestables al tratar de salvar pequeños desniveles produciéndose el vuelco.
- Se prohibirá realizar operaciones de mantenimiento con la máquina en marcha.
- Se asegurará el buen estado del asiento del conductor con el fin de absorber las vibraciones de la máquina y que no pasen a operario.
- Se dotará a la maquinaria de señales acústicas intermitentes de marcha hacia atrás.

8.9.3.1. Rodillo vibrante

Se dotará a la máquina de un pórtico de seguridad contra accidentes por vuelco.

Se prohibirá realizar operaciones de mantenimiento con la máquina en marcha.

Se asegurará el buen estado del asiento del conductor con el fin de absorber las vibraciones de la máquina y que no pasen al operario.

El conductor estará en posesión del carnet de conducir y de capacitación para manejo de máquina pesada.

No permanecerá ningún operario en un entorno inferior a cuatro metros alrededor del rodillo vibrante.

Se dotará a la máquina de señales acústicas intermitentes de marcha hacia atrás.

Antes de la puesta en marcha de la máquina, el conductor se cerciorará de que no haya personal próximo a la misma (por ejemplo, dormitando a la sombra del rodillo), ni tampoco animales.

8.9.4. Hormigonera eléctrica

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Tendrá protegidos, mediante carcasa, todos sus órganos móviles y de transmisión (engranajes y corona de unión) en evitación de atrapamiento.

Tendrá en perfecto estado el freno de basculamiento del bombo.

Se conectará al cuadro de disyuntores diferenciales por cables de 4 conductores (uno de puesta a tierra).

Se instalará fuera de zona batidas por cargas, suspendidas sobre plataforma lo más horizontal posible y alejada de cortes y desniveles.

Las operaciones de limpieza y mantenimiento se ejecutarán con la máquina desconectada de la red.

El personal que la maneja tendrá la autorización expresa para ello.

8.9.5. Camión hormigonera

En este caso son aplicables las medidas preventivas expresadas genéricamente para la maquinaria, no obstante lo dicho, se tendrán presentes las siguientes recomendaciones:

- Se procurará que los accesos a los tajos sean uniformes y que no superen la pendiente del 20%.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba, en evitación de vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos. Se dispondrá una zona en la obra a tal efecto.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm del borde de zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m. del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, en evitación de caídas y deslizamientos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.9.6. Camión bomba de hormigón

Medidas preventivas a tener presentes:

- El personal encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo específico.
- Después de hormigonar, se lavará y limpiará el interior de los tubos y antes de hormigonar se "engrasarán las tuberías" enviando masas de mortero de pobre dosificación para ya posteriormente bombear el hormigón con la dosificación requerida.
- Habrá que evitar "tapones" porque estos producen riego de accidente al desmontar la tubería. Esto se logrará eliminando al máximo los codos de la tubería y sobre todo los codos de radio pequeño, pues esto da lugar a grandes pérdidas de carga y por tanto a un mal funcionamiento de la instalación.
- Se evitará todo movimiento de la tubería de la bomba de hormigonado, colocándola sobre caballetes y arriostrándose las partes más susceptibles de movimiento.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado deberá realizarse con las máximas precauciones, e incluso estarán dirigidos los trabajos por un operario especialista.
- Cuando se utilice la "pelota de limpieza" se colocará un dispositivo que impida la proyección de la pelota, no obstante, los operarios se alejarán del radio de acción de su proyección.
- Se deberán revisar periódicamente los conductos de aceite a presión de la bomba de hormigonado y se cumplirá con las operaciones de mantenimiento expuestas por el fabricante.

8.9.7. Grúa autopropulsada

Por motivos de seguridad estructural, las grúas autopropulsadas no se posicionarán BAJO NINGÚN CONCEPTO sobre losas estructurales, ni sobre los marcos de los colectores.

Las grúas subcontratadas estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y funcionamiento. Esta circunstancia será demostrada documentalmente.

Los conductores de las grúas serán especialistas de probada destreza.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Se procurará que las rampas de acceso a los tajos sean uniformes y que no superen la pendiente del 20%.

Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento de la grúa autopropulsada a una distancia inferior a los 2 m. del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada, se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento.

Las maniobras de transporte a gancho de grúa serán guiadas por un capataz.

Se prohíbe izar cargas sin antes haber instalado los calzos hidráulicos de apoyo de la grúa.

El gancho estará dotado de pestillo de seguridad.

Se vigilarán constantemente las variaciones posibles por fallo del firme durante las operaciones de carga y transporte de cargas suspendidas.

Se prohíbe izar la grúa por encima de las balizas de señalización del riesgo de contacto con líneas eléctricas aéreas.

Se usará casco, botas con puntera de acero, cinturón anti-lumbago (si se precisa).

Los estribos, eslingas, cables, grúa, etc. estarán en perfecto estado, debiendo conocerse la carga máxima de trabajo antes de trabajar con ellos.

Prohibido situarse bajo las cargas suspendidas.

Las maniobras siempre se realizarán con movimientos suaves y de forma continua.

El camión, grúa, camión-grúa, etc., estará siempre sobre superficie estable y nivelada.

Está prohibido situarse dentro del radio de acción de la grúa. Si es necesario se usarán calzos.

Si es necesario, para evitar balanceos y movimientos incontrolados, se controlará la carga con ruedas sujetas por operarios que se situarán siempre fuera del radio de caída.

No se deben arrastrar cargas ni hacer esfuerzos laterales con la grúa.

Prohibido balancear las cargas.

Prohibido circular con la grúa desplegada.

Para circular se colocará se colocará siempre el seguro de los gatos estabilizadores para evitar su posible caída accidental.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.9.8. Compresor

Cuando los operarios tengan que hacer alguna operación con el compresor en marcha (limpieza, apertura de carcasa, etc.), se ejecutará con los cascos auriculares puestos.

Se trazará un círculo en torno al compresor, de un radio de 4 m, área en la que será obligatorio el uso de auriculares. Antes de su puesta en marcha se calzarán las ruedas del compresor, en evitación de desplazamientos indeseables.

El arrastre del compresor se realizará a una distancia superior a los 3 m. del borde de las zanjas, en evitación de caídas por desplome de las "cabezas" de zanjas.

Se desecharán todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores.

Queda prohibido efectuar trabajos en las proximidades del tubo de escape.

Queda prohibido realizar maniobras de engrase y/o mantenimiento con el compresor en marcha.

8.9.9. Martillo neumático

Las operaciones deberán ser desarrolladas por varias cuadrillas distintas, de tal manera que pueda evitarse la permanencia constante en el mismo y/u operaciones durante todas las horas de trabajo, en evitación de lesiones en órganos internos. Los operarios que realicen estos trabajos deberán pasar reconocimiento médico mensual de estar integrados en el trabajo de picador.

Las personas encargadas del manejo del martillo deberán ser especialistas en el manejo del mismo.

Antes del comienzo de un trabajo, se inspeccionará el terreno circundante, intentando detectar la posibilidad de desprendimientos de tierras y roca por las vibraciones que se transmitan al terreno.

Se prohíbe realizar trabajos por debajo de la cota del tajo de los martillos rompedores.

Se evitará apoyarse a horcajadas sobre la culata de apoyo, en evitación de recibir vibraciones indeseables.

Se prohíbe abandonar los martillos rompedores conectados a la red de presión.

Se prohíbe, por ser una situación de alto riesgo, abandonar el martillo con la barrena hincada.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.9.10. Equipos de aglomerado

El manejo de esta maquinaria será encomendado exclusivamente a personas con experiencia y formación adecuadas, impidiéndose la manipulación de las mismas al personal no cualificado.

Antes del comienzo de los trabajos, se comprobará el correcto funcionamiento de la máquina, cerciorándose de que su puesta en marcha no ocasiona riesgo alguno para los trabajadores situados en el entorno.

Los movimientos de equipos (extendedora, apisonadoras y camiones) estarán planificados y coordinados para evitar las falsas maniobras, riesgo de atropellos, colisiones, etc.

La aproximación de camiones a la extendedora, así como cualquier otra maniobra con riesgo de atropellos o colisiones será ayudada con señalista y dirigida por el responsable del equipo de aglomerado.

Los bordes de terraplenes, escalones, zanjas, etc., serán señalizados para evitar vuelcos por excesiva aproximación de los mismos.

Se vigilará el mantenimiento de la distancia de seguridad a posibles líneas eléctricas, con especial atención a los camiones basculantes (bañeras). Antes de poner en marcha el camión, su conductor se asegurará que el volquete está totalmente bajado.

Cuando los trabajos afecten a carreteras con tráfico, se extremará el cuidado en la señalización del tráfico y de seguridad, se efectuarán cortes parciales o totales de tráfico con la ayuda de señalistas, guardia civil, etc., para evitar riesgos de colisiones, atropellos, etc.

El aparcamiento de vehículos y maquinaria, acabada la jornada de trabajo, se hará en lugares adecuados, preferentemente aislados del tráfico externo y dispondrán de señalización que garantice su visibilidad desde vehículos que puedan circular en su proximidad.

8.9.11. Soldadura

8.9.11.1. Soldadura eléctrica

La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través del cuadro eléctrico general y sus protecciones diferenciales en combinación con la red general de toma de tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Antes de comenzar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar y prevenir la caída de chispas sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio sobre las personas o sobre el resto de la obra, con el fin de evitarlo de forma eficaz.

La soldadura de elementos estructurales no se realizará a una altura superior a una planta. Se ejecutará el trabajo introducido dentro de jaulones de seguridad "Guindola" unidos a elementos ya seguros. El soldador irá provisto de cinturón de seguridad y se le suministrarán los necesarios puntos de anclaje cómodo y "cables de circulación", todo ello en evitación de caídas de altura.

Los trabajos de soldadura de elementos estructurales de forma aérea quedarán interrumpidos en días de fuerte niebla, fuerte viento y lluvia.

Queda expresamente prohibido:

- Dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo. Se apoyará sobre un soporte aislante cuando se deba interrumpir el trabajo.
- Tender de forma desordenada el cableado de la obra.
- No instalar ni mantener instalada la protección de las clemas del grupo de soldadura.
- Anular y/o no instalar la toma de tierra de la carcasa del grupo de soldadura
- No desconectar totalmente el grupo de soldadura cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos (para el almuerzo o comida, por ejemplo)
- El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectadores estancos de intemperie o fundas termosoldadas.
- La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.

8.9.11.2. Soldadura oxiacetilénica u oxicorte

El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo sobre el carro portabotellas.

Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol, tanto en el acopio como durante su utilización.

Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas, pero procurando que la boca quede algo levantada. En evitación

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

de accidentes por confusión de los gases, las botellas siempre se utilizarán en posición vertical.

Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.

Debe vigilarse la posible existencia de fugas de mangueras, grifos o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero o chispa, o sumergirlas en el interior de un recipiente con agua.

Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista la posibilidad de caer en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales, en especial, los que sean inflamables.

Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto posee, no utilizar herramientas como alicates o tenazas que, aparte de no ser totalmente efectivas, estropean el vástago de cierre.

Las mangueras se recogerán en carretes circulares.

Queda expresamente prohibido:

- Dejar directamente en el suelo los mecheros
- Tender de forma desordenada las mangueras de gases por los forjados. Se recomienda unir entre sí las gomas mediante cinta adhesiva
- Utilizar mangueras de igual color para los distintos gases
- Apilar, tendidas en el suelo, las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenan en posición "de pie", para evitar vuelcos y a la sombra.

8.10. Demoliciones

8.10.1. Demolición de edificaciones

Entendemos por demolición el proceso de deshacer una obra hasta conseguir su total desaparición sin que se pretenda recuperar material alguno (caso de derribo), y por tanto, no hay que actuar de forma ordenada y cuidadosa para la conservación de ciertos materiales (bordillos, vigas, etc.). En las demoliciones, el proceso de destrucción está basado en los medios mecanizados más que en los manuales, más propios de derribos y rehabilitaciones.

Antes de proceder a una demolición es obligatorio haber estudiado previamente:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Servicios existentes (gas, agua, electricidad, etc,).
- Existencia de depósitos subterráneos o aéreos que pudieran contener gases tóxicos, productos inflamables, radiactivos, etc. (uso del edificio).
- Naturaleza de los materiales a demoler (si son cancerígenos, contaminantes, etc).
- Existencia de ratas, insectos, etc.
- Una vez recopilada toda la información posible, caso de indicarlo la dirección de obra, se realizará el Proyecto de Demolición que constará de:
- Memoria en la que se definirá el procedimiento de demolición adoptado y la normativa aplicable.
- Pliego de Condiciones.
- Documentación gráfica.
- Mediciones y Presupuesto.

Hay que tener también en cuenta, caso de existir árboles, plantas, etc. su reimplantación o conservación.

También se preverá la repercusión cuando se proceda a eliminar las instalaciones y conducciones existentes.

Los trabajos en los que haya materiales especiales de alto riesgo (amiantos, fibrocemento, asbestos, etc.), serán realizados por empresas especializadas y autorizadas por la autoridad laboral a tales fines. Estas empresas realizarán un plan de trabajo que será sometido a la aprobación del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Comunidad o al organismo competente.

Como los métodos de demolición son diferentes en función de la tipología estructural, edificatoria, etc, el Contratista indicará en el Plan de Seguridad y Salud (o anejos correspondientes), tanto si la demolición es total o parcial, el tipo de método de demolición que va a emplear:

- Manual.
- Mecánica controlada.
- Retroexcavadora.
- Brazo demoledor.
- Martillo picador.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Cizallas acopladas.
- Colapso.
- Voladura controlada.
- Bola de demolición.
- Tracción por cable.
- Mixto.
- Otros.

Así como los equipos de protección individual y colectiva que utilizará en dicho trabajo.

Los escombros deberán conducirse hasta el lugar de carga mediante rampas, tolvas, sacos, etc. prohibiéndose arrojarlos desde lo alto. Serán regados para evitar polvaredas y si proceden de alcantarillas, cementerios, hospitales, cuadras, etc. previo a su transporte, serán desinfectados convenientemente.

Cuando se emplee a más de 10 trabajadores en la demolición, se adscribid un Jefe de Equipo para la vigilancia por cada docena de trabajadores.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar la alteración de la estabilidad de edificaciones próximas que pueden poner en peligro a los trabajadores.

Las normas generales de actuación y prevención son:

- Desratizar y desinfectar.
- Apuntalar, si fuera necesario, para evitar desplome de elementos estructurales por sobrecargas de forjados o, por ejemplo, al desescombrar.
- Montaje de andamios estabilizadores, previamente calculados, si fuera necesario para conservar partes estructurales del edificio. Si se invaden aceras o parte de la calzada deberán colocarse balizas luminosas. Desvío de tráfico señalizados. Marquesinas de paso para personas. Señales de advertencia, riesgo y prohibición.
- Vallado exterior, accesos de personal y maquinaria. Señalización general en vallado. Carteles de empresa. Instalaciones provisionales para los trabajadores.
- Control de accesos a personas ajenas a la obra.
- Primeros auxilios. Instrucciones para la asistencia a accidentados. Itinerarios de evacuación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Delimitar zonas de trabajo. Comunicación interior de obra. Señalizar y proteger zonas de riesgo.
- Anulación de instalaciones existentes (excepto agua, que se hará por plantas).
- Instalación eléctrica provisional de obra.
- Indicaciones luminosas, señales, marcas, etc.
- Medidas de protección contra incendios.
- Anulación de cristales en ventanas, muro cortina, etc.
- Instalación de medios auxiliares y de seguridad:
- Montacargas.
- Plataformas de carga y descarga.
- Trompas de desescombro. Contenedores.
- Cables de seguridad para atado de cinturón de seguridad de caída (clase C).
- Plataformas de trabajo.
- Sistemas de protección de bordes de estructuras con barandillas, vallas, redes, etc.
- Comprobar posibles contaminantes biológicos.
- Estudio de ruido y vibraciones.
- Polvo y escombro: riesgos higiénicos.
- Retirada de escombros.
- Tránsito de vehículos, accesos, aceras, personas, desvíos, etc.
- Ventilación (combustión de CO2, gases de soldadura, corte, etc.).
- Posibilidad de cargas estáticas y dinámicas.

8.10.2. Desmontaje y retirada de placas de fibrocemento, aislantes, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Para la retirada de placas de fibrocemento de los techos de los edificios, naves, etc. se utilizarán máquinas autorizadas que eleven a los trabajadores hasta las placas, tales como plataformas elevadoras, cestas telescópicas, etc.

Los trabajadores encargados de desmontar y bajar las placas estarán siempre dotados de cinturón con arnés anticaída que estará sujeto a un punto firme y estable de la cesta telescópica (o plataforma elevadora). Ésta tendrá limitador de alcance de mandos de accionamiento autónomos, así como elementos de seguridad homologados.

Como equipo de protección individual usarán:

- Mono desechable.
- Casco de seguridad.
- Guantes largos.
- Gorro protector de la cabeza.
- Gafas cerradas.
- Mascarilla anti-polvo de filtros recambiables (cambio diario).

Se prohibirá expresamente:

- El acceso accidental de terceros que no vayan protegidos adecuadamente.
- Comer, beber, fumar, etc.

Se vigilará la higiene personal de todos los trabajadores expuestos al proceso una vez terminen los trabajos.

Se dispondrá una caseta dividida en tres zonas:

- Zona de limpio: con taquillas para el cambio de ropa.
- Zona de sucio: con aspiradores con filtro y bidón hermético para depositar monos y demás material usado.
- Zona intermedia: con duchas y lavabos.

Las tres zonas estarán comunicadas entre sí por puertas interiores y las zonas de limpio y sucio tendrán además acceso desde el exterior.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las placas se apilarán en paquetes de 25 uds (o fracción) sobre palet y un plástico cortado a medida, que se cerrará y precintará para su transporte al vertedero de materiales peligrosos.

El método de desmontaje se llevará a cabo por los operarios que se encuentran trabajando en altura, mientras que abajo habrá otros trabajadores que se encargarán de recoger y apilar las placas sobre palet. Nunca se pisará sobre la cubierta y se procurará no romper las placas para evitar la dispersión aérea de las partículas de asbesto.

Se comenzará el desmontaje de cubiertas desde las cumbreras hacia los aleros, siguiendo un sentido de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

Una vez alcanzada la cota de cubierta con la cesta, se comenzará el desmontaje de las placas, procediéndose primero al corte de la tornillería mediante radial, soplete, etc. Una vez liberadas las placas, se irán retirando apoyadas sobre las correas y se descenderán mediante eslingas de fibra textil 100% poliéster de alta resistencia a tracción, provistas de ganchos de seguridad.

8.11. Materiales y productos

De los muchos materiales y productos que se manejan e intervienen en el proceso constructivo, unos no revisten riesgos apreciables para la salud de los trabajadores, sin embargo, otros sí generan riesgos y es necesario establecer las medidas preventivas necesarias para evitar lesiones y otros efectos perniciosos para la salud. A continuación se exponen las medidas de seguridad y salud que hay que adoptar para los materiales y productos más comúnmente utilizados en las obras de construcción:

8.11.1. Cemento

Produce lesiones en piel, ojos y vías respiratorias llegando en ocasiones a ser invalidantes. Los componentes del cemento reaccionan químicamente al fraguar produciendo irritaciones, quemaduras, llagas, úlceras y eczemas con procesos alérgicos importantes. Por vía respiratoria ocasiona lesiones bronquiales, por ingestión produce trastornos digestivos y úlceras gástricas.

Se adoptarán medidas que minimicen la emisión de polvo de cemento como la elección de un lugar de almacenamiento protegido y cubierto. Se utilizarán como E.P.I.:

- Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo.
- Gafas que cubran completamente los ojos.
- Mascarilla anti-polvo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Botas impermeables.
- Casco y gorro de cabeza.

No se fumará ni se comerá durante su manipulación.

8.11.2. Cal

El mayor riesgo en el manejo y manipulación de la cal viene producido por un lado durante el proceso de descarga, almacenamiento y trasiego del producto (envasado en sacos o a granel), al entrar en contacto con la piel, produciendo en estos casos graves quemaduras y ulceraciones en las zonas de contacto.

Durante el proceso de apagado las quemaduras producidas por las salpicaduras de la lechada de cal suelen ser graves. La instalación de los gases y vapores que se desprenden durante esta operación producen también graves lesiones en las vías respiratorias.

La protección frente a estos riesgos derivados del uso de la cal pasan fundamentalmente por evitar tener alguna parte del cuerpo expuesta, utilizando ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo.

Es obligatorio el uso de:

- Guantes anti-cáusticos que cubran hasta el codo.
- Mandil de cuero.
- Botas de cuero.
- Gafas que cubran completamente los ojos.
- Pantalla facial.
- Mascarilla con filtro para gases y vapores.
- Casco de seguridad.

Además, se tendrá siempre a mano agua y jabón para poderse lavar inmediatamente si se produce el contacto, se prohibirá fumar, comer o beber durante la exposición al producto. Durante el apagado, que se hará al aire libre, nadie se acercará a sus inmediaciones.

8.11.3. Aditivos químicos para hormigones

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Son los productos destinados principalmente a fluidificar, acelerar, retardar, anticongelar, impermeabilizar o a curar hormigones y morteros de cemento mediante su adición al proceso de amasado.

Si hay contacto con estos productos, se pueden producir irritaciones en la piel adquiriendo mayor importancia cuando el contacto es con las mucosas de los ojos, boca y nariz.

Las medidas de prevención son:

- Conocer su ficha toxicológica y las recomendaciones del fabricante antes de su utilización.
- Si hay contacto, lavar con agua y jabón.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de caucho.
- Gafas que cubran completamente los ojos.
- Pantalla facial.
- Aseo personal al terminar la aplicación.

8.11.4. Desencofrantes

Los desencofrantes se suelen diluir en agua, aunque a veces se usan concentrados. Estos productos aceitosos producen, al entrar en contacto con la piel y mucosas, irritaciones y alergias, más importantes cuanto más concentrado esté el producto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Las medidas de prevención son:

- Conocer su ficha toxicológica y las recomendaciones del fabricante antes de su aplicación.
- Si hay contacto, lavar con agua y jabón.
- Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo
- Realizar la imprimación en ambientes bien ventilados.
- Guantes de caucho.
- Mascarilla de filtro para gases y vapores (FFA1P1).
- Gafas que cubran totalmente los ojos.
- Aseo personal al terminar la aplicación.

8.11.5. Yeso

Durante las operaciones de manipulación de sacos de yeso (descarga, transporte o apilado), es cuando más se agudiza el riesgo de inhalación de polvo de yeso y de contacto con la piel y mucosas. El yeso inhalado por vía respiratoria produce afecciones bronquiales que pueden llegar a ser graves cuando la inhalación es importante. Si entra en contacto con la piel, al humedecerse con el sudor, es cuando manifiesta claramente su agresividad dando lugar a irritaciones, grietas o llagas por desecación de la zona afectada, con posterior riesgo de infección. En contacto con las mucosas produce su irritación.

La medida preventiva de carácter general que ha de tenerse en cuenta es prever el lugar de almacenamiento de los sacos, evitando que sea en corrientes de aire y tapando el material almacenado para que no se produzcan ambientes pulvígenos. Además, se usarán:

- Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo.
- Guantes de caucho.
- Gafas que cubran completamente los ojos.
- Mascarilla anti-polvo.
- Aseo personal.
- Si hay contacto, lavar con agua y jabón.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.11.6. Asbesto

El asbesto es un silicato fibroso, que al igual que el amianto, se usa en construcción como componente de multitud de productos, como placas de fibrocemento, aislantes, tuberías, etc.

Debido a la naturaleza físico-química de este mineral, su polvo se compone de finísimas agujas que constituyen como todo silicato un grave riesgo para la salud.

En las obras, el asbesto no aparece de forma aislada sino como constituyente de las placas de Uralita, tuberías de fibrocemento, etc. Las fibras de asbesto nos las vamos a encontrar como residuo pulvígeno si se producen cortes, roturas o rozamientos de dichos materiales.

Las fibras de asbesto, al penetrar por vía respiratoria a los pulmones, se clavan a las paredes de los bronquios y bronquiolos causando graves insuficiencias respiratorias y enfisema pulmonar. Estas fibras, además, una vez alojadas en los pulmones, modifican su estructura dando lugar a cáncer de pulmón.

La concentración de fibras de asbesto respirables a partir de la cual se pueden manifestar los efectos cancerígenos es cada vez más restrictiva, no apreciándose a simple vista indicios de dicha concentración. Por tanto, hay que saber que un proceso de corte por vía seca de materiales con una composición intrínseca de asbesto, implica un grave riesgo no sólo para el operario que realiza dicha operación, sino para el conjunto de compañeros que se encuentra en el entorno.

Por tanto, todo trabajo en el que se entre en contacto con una atmósfera que contiene partículas de asbesto se le ha de dar un tratamiento especial y únicamente puntual. Como medida básica de prevención se realizarán las operaciones sólo por vía húmeda.

Es de todo punto imprescindible la utilización de ropa de trabajo desechable que cubra todo el cuerpo, así como guantes largos, gafas cerradas, mascarillas anti-polvo de filtros recambiables y gorro protector de la cabeza.

Una vez realizados los trabajos, es muy importante el aseo personal, por lo que todos los trabajadores implicados y expuestos al polvo de amianto deberán ducharse y usar después ropa limpia. La ropa usada para este trabajo será desechada y nunca se llevará al hogar familiar para no trasladar allí el contaminante. El empresario es el responsable de su lavado y descontaminación.

Por último, se debe impedir el acceso accidental de terceros que no vayan protegidos adecuadamente a la zona de trabajos, así como prohibir comer, beber, fumar, etc. en dicha zona.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

No obstante, es muy recomendable para evitar formar polvo con asbesto libre, no proceder a la demolición por medios mecánicos de las techumbres de Uralita, es decir, se deben desmontar, apilar y trasladar a su destino final antes de comenzar la demolición de las naves evitando su rotura.

Para la realización de trabajos con materiales constituidos por asbesto, se cumplirá a rajatabla las disposiciones del R.D. 665/1997 de 12 de Mayo (BOE Nº 124, de 24 de Mayo) sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición de agentes cancerígenos durante el trabajo, y lo establecido por el REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

8.11.7. Betunes

El betún como último producto de la destilación del petróleo, es el menos volátil y por tanto el que potencialmente tiene menos riesgo.

Su agresividad vendrá condicionada fundamentalmente por el uso que se destine y por tanto a su manejo y aplicación.

En forma de emulsión, su agresividad se manifiesta casi exclusivamente por el contacto con la piel, produciendo irritaciones e hipersensibilidad de contacto, agravando el riesgo cuando se limpia la zona afectada con productos más volátiles como petróleos o gasolinas.

En forma de láminas, el mayor riesgo es el que se deriva de las quemaduras por contacto con el betún fluidificado durante la fase de solape y soldeo, agravado por su gran inercia térmica.

Las agresiones que produce el betún son casi exclusivamente las derivadas del contacto con la piel, por lo que los equipos de protección individual se limitan con carácter general a ropa de trabajo y guantes. En situaciones extremas y por contacto continuo permanente se puede producir cáncer de piel.

8.11.8. Lana de roca

La lana de roca o de vidrio son unos productos fabricados a partir de roca o vidrio fundidos a altas temperaturas y posteriormente enfriados en forma de finísimos hilos con aspecto algodonoso y que tiene un alto poder de aislamiento.

A pesar de que las fibras que lo componen son elásticas, se producen en ellas muchas fracturas, lo que trae como consecuencia la emisión de infinidad de pequeñas fibras cristalinas las cuales tienen un alto grado de riesgo, tanto por su penetración en la piel

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

con irritaciones e inflamaciones como por su introducción a través de las vías respiratorias en los pulmones, produciendo efectos similares a las fibras de asbesto y llegando a provocar en casos agudos cáncer de pulmón.

En principio se ha de tratar de minimizar los efectos que estos productos tienen sobre el ambiente en sus proximidades, eligiendo un lugar de almacenamiento en el que se eviten corrientes de aire y por tanto, fibras en suspensión.

La protección mediante los equipos de protección individual se garantiza utilizando ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, mascarilla de filtro mecánico, gafas y casco o gorro cubre cabeza.

Es de suma importancia el mantener un exhaustivo aseo personal, por lo que una vez concluido el trabajo, todos los trabajadores hipotéticamente expuestos, deben ducharse vistiéndose nuevamente con ropa limpia. Es muy aconsejable que la ropa de trabajo contaminada sea lavada en una primera fase en el centro de trabajo.

8.11.9. Poliuretano

El poliuretano proyectado es un producto que se utiliza como aislamiento térmico en la construcción y que se prepara y se aplica "in situ" mediante la adición de un elemento de acuoso, lo cual provoca una reacción química de polimerización del poliuretano con gran emisión de gases y aumento de volumen, lo que hace que el producto final adquiera un aspecto esponjoso.

El riesgo que se genera en este proceso viene condicionado por la reacción química de la polimerización de los isocianatos y su duración.

Los efectos sobre el organismo de los isocianatos no polimerizados, en forma de gases y vapores desprendidos, se manifiestan mediante afecciones bronquiales y lesiones pulmonares ya que la vía de penetración es la respiratoria por inhalación de dichos vapores, llegando en casos extremos a producir cáncer de pulmón.

Las medidas preventivas vienen condicionadas básicamente a un total aislamiento del cuerpo frente al contaminante mediante una ropa de trabajo adecuada y de cobertura total del cuerpo, así como la utilización de guantes, gafas, mascarilla facial con filtro específico para gases y vapores (FFA1P1) y gorro de protección de la cabeza. Se leerá su ficha toxicológica y las recomendaciones del fabricante antes de su utilización.

Una buena ventilación contribuye a eliminar en gran parte los riesgos descritos ya que la dilución del contaminante es mayor y por tanto disminuye su concentración, sin olvidar el mantener un exhaustivo aseo personal.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

8.11.10. Maderas

La madera es un material imprescindible en las obras.

Hay maderas de origen tropical que llegan a tener un alto grado de toxicidad. Esta toxicidad proviene de la resina de esta madera, que impregna su parte leñosa y que en forma de polvo facilita su grado de riesgo.

El contacto con este polvo provoca lesiones cutáneas, inflamaciones y procesos alérgicos por hipersensibilización de la piel. No obstante, su mayor riesgo se produce al inhalar este polvo, pudiendo llegar a provocar lesiones broncopulmonares, procesos asmáticos, espasmos e incluso parada respiratoria.

Cuando la penetración en el organismo se produce por vía digestiva, se provocan vómitos, diarreas y en general trastornos digestivos.

La más eficaz medida de prevención frente a los riesgos de y las consecuencias del polvo producido por la mecanización de las maderas tropicales, es disminuir o anular la emisión de polvo por lo que siempre se utilizarán máquinas de corte y mecanizado con sistemas de extracción localizada y su posterior filtrado. A su vez es obligado el uso del equipo de protección individual compuesto por ropa de trabajo de cobertura total, guantes, gafas y mascarilla facial de filtro mecánico.

La ventilación del lugar de trabajo es una medida que influirá en una menor concentración de polvo, sin olvidar la importancia que tiene el aseo personal, sobre todo antes de las comidas y al finalizar la jornada de trabajo.

8.11.11. Insecticidas y fungicidas

Estos productos tienen un alto grado de toxicidad y su penetración en el cuerpo es a través de las tres vías posibles, dérmica, respiratoria y digestiva. En cualquier caso, por vía dérmica se producen irritaciones en piel y mucosas, por vía respiratoria y al inhalar estos productos en suspensión en el aire se producen los procesos de lesiones bronquiales y por vía digestiva se producen lesiones en las mucosas intestinales, quemaduras internas e incluso graves intoxicaciones.

Las medidas a adoptar para prevenir las lesiones derivadas de sus riesgos son las específicas para la protección de la piel mediante la utilización de ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas y gorro de cabeza además de la preceptiva mascarilla específica para gases y vapores (FFA1P1) y un exhaustivo aseo personal que evite la entrada del contaminante por vía digestiva sobre todo antes de comer, fumar o finalizar la jornada de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Al tener que trabajar con estos productos, ver antes su ficha toxicológica y las recomendaciones de la etiqueta del envase.

8.11.12. Combustibles

Las gasolinas y petróleos se utilizan como materiales auxiliares para combustibles de motores de explosión, en generadores eléctricos, compactadores, vibradores, etc.

Las gasolinas, por ser los productos más volátiles de la destilación del petróleo, desprenden gran cantidad de gases y vapores con alto contenido de hidrocarburos. Por tener los vapores de las gasolinas un punto de inflamabilidad muy bajo, el riesgo de incendio y explosión es muy alto, lo que implica que su almacenamiento se haga en recintos muy ventilados.

Desde el punto de vista higiénico, estos productos son agresivos tanto por contacto con desecación e irritaciones de la piel, como por ingestión con alteraciones gástricas y ulceraciones en el intestino. Si se produce la contaminación por vía respiratoria por inhalación de los vapores de las gasolinas, se producen lesiones pulmonares, espasmos musculares e incluso pérdida de consciencia.

Como primera medida a tener en cuenta está el realizar las operaciones de trasiego y transporte en recipientes estancos y específicos para tal fin, estableciendo su almacenamiento en un lugar no accesible para los trabajadores y bien ventilado.

Es norma obligada la prohibición de encender fuego o fumar durante el trasiego, llenado de depósitos y su utilización como desengrasante en recipientes abiertos. En estas operaciones se utilizarán guantes y mascarilla de filtro contra vapores orgánicos, así como la preceptiva ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo.

Es muy importante mantener un estricto aseo personal, lavándose con abundante agua en caso de salpicadura del producto a la boca y sobre todo a los ojos.

8.11.13. Gases combustibles

Los gases combustibles son productos que sin formar parte de los materiales y los elementos que intervienen en el proceso constructivo se utilizan como productos auxiliares, en este caso para operaciones de soldadura, caldeo, oxicorte,...

Los gases combustibles más utilizados son el acetileno, propano y butano. Todos ellos tienen en común que su almacenamiento se realiza en tubos o botellas, encontrándose en su interior licuados y a presión.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

El riesgo más importante que se deriva de su utilización es la deflagración o explosión, con las evidentes consecuencias de quemaduras, amputaciones, etc.

Desde el punto de vista higiénico, durante el proceso de soldeo y en general por la combustión de estos gases, se desprende dióxido de carbono y en caso de una combustión deficiente, monóxido de carbono. El primero provoca el desplazamiento del oxígeno del aire en sus inmediaciones y el segundo intoxicaciones, con pérdida de consciencia e incluso la muerte.

Las medidas de prevención frente a los aspectos agresivos de estos gases combustibles son, fundamentalmente, el asegurar una buena ventilación tanto de los recintos de almacenamiento como en los lugares donde se realicen las operaciones de soldadura, caldeo, oxicorte, etc.

Durante la reacción de polimerización (endurecimiento) es cuando se desprende ácido acético que proporciona ese olor característico a vinagre y el que genera los riesgos de su aplicación.

La vía de contaminación más afectada es la dérmica como consecuencia del contacto del producto con la piel produciendo irritaciones, que son más acusadas cuando el contacto se produce con las mucosas de boca, nariz y ojos. Por vía respiratoria no se presentan graves complicaciones salvo irritaciones de las vías respiratorias, a no ser que se estuviese en un ambiente con grandes concentraciones de ácido acético, provocando en este caso, afecciones broncopulmonares.

Evidentemente, las medidas de protección pasan en primer lugar por proporcionar una buena ventilación del lugar de trabajo y en la utilización de los equipos de protección individuales como guantes, gafas protectoras, además de ropa de trabajo adecuada y mascarilla específica (FFA1P1)

En caso de contacto con la piel, hay que proceder a un buen lavado con agua y jabón.

Se evitará comer, beber o fumar durante la aplicación de siliconas.

8.12. Servicios afectados

El estudio de los servicios subterráneos afectados que puedan incidir en la ejecución de la obra juega un papel muy importante ya que es preciso saber dónde y como se encuentran las líneas eléctricas, saneamiento, gas riego telecomunicaciones, etc., para tener previstos todos los sistemas de desvío, apuntalamientos, apeos, etc., evitando sorpresas, improvisaciones y accidentes.

Para ellos, se recabará toda la información al respecto que las Compañías suministradoras, Ayuntamientos, Propietarios, etc., puedan facilitar. Debido a que los planos “as built” no siempre reflejan con veracidad la exacta ubicación de un

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

determinado servicio y a que no siempre están debidamente señalizados, si existe riesgo de accidente, se utilizaran siempre detectores de campo que nos indican la potencia de una línea eléctrica y a que profundidad se encuentra, sirviendo de guía con errores mínimos para trabajos de excavación, pilotajes, sondeos, cimentaciones, etc.

En el caso de conducciones aéreas, el procedimiento a seguir será como en el caso de subterráneas.

Las normas básicas a seguir son las siguientes:

- En caso de duda, todas las conducciones se tratarán como si estuvieran en servicio.
- No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable eléctrico.
- Se procurará no tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el paso de maquinaria o vehículos, así como posibles contactos accidentales por personal de la obra o ajeno.
- Emplear señalización indicativa del riesgo indicado, siempre que sea posible, la posición del servicio afectado.
- Se informará a la Compañía propietaria siempre que el servicio existente sufra algún daño y alertará del incidente a todo el personal.
- En el caso de riesgo eléctrico, los trabajadores estarán dotados de prendas y herramientas aislantes.
- Se respetarán siempre las distancias máximas recomendables en trabajos de excavación sobre conducciones eléctricas (con máquinas hasta 1 metro sobre la conducción, con martillo picador hasta 0,50 metros sobre la misma y el resto por medios manuales).
- Cuando las conducciones se encuentran a menos de 1 metro de profundidad se harán catas a mano hasta llegar a la generatriz superior será necesario para asegurar su posición exacta.
- No se descubrirán tramos superiores a 15 metros de conducción.
- No se fumará o hará fuego o chispas en caso de canalizaciones de gas.
- Se señalizarán perfectamente las zonas afectadas y se vigilará que no accedan a las mismas personas ajenas a las obras.
- No se almacenará material sobre conducciones de cualquier clase.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Está prohibida la manipulación o utilización de cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.

8.13. Sustancias peligrosas o nocivas

Las sustancias peligrosas o nocivas para la salud deberán estar rotuladas claramente y estar provistas de etiqueta identificativa, en la que figuren sus características principales y los riesgos potenciales para la salud que su empleo conlleve. El Contratista deberá cuidar que el manejo y empleo de este tipo de sustancias se hace de acuerdo a las disposiciones vigentes, y sólo por el personal autorizado.

El Contratista deberá comprobar que los recipientes que contengan este tipo de sustancias, disponen de las instrucciones relativas a las acciones a establecer en caso de derramamiento, escape o intoxicación.

El Contratista deberá prever que los ambientes donde se vayan a usar estas sustancias estén lo suficientemente bien aireados, cuidando del establecimiento de las medidas necesarias a tal efecto.

8.14. Atmósferas peligrosas

El Contratista deberá prever que los ambientes donde pueda existir déficit de oxigeno estén lo suficientemente bien aireados, cuidando del establecimiento de las medidas necesarias a tal efecto.

Ningún trabajador debe penetrar en un espacio confinado o cerrado cuya atmósfera sea peligrosa o en la que falte oxigeno, a menos que:

- Un técnico competente haya procedido al examen de la atmósfera y comprobado que no entraña peligro alguno, repitiéndose dicho examen a intervalos periódicos adecuados.
- Se haya garantizado una ventilación adecuada.
- Si no se han satisfecho las condiciones establecidas con anterioridad, las personas que hayan de penetrar en tales espacios deberán llevar obligatoriamente un aparato respiratorio autónomo o alimentado desde el exterior y un cinturón de seguridad con cable salvavidas.

Cuando un trabajador se encuentre un espacio confinado o cerrado:

- Deberán preverse medios y equipos adecuados con inclusión de aparatos respiratorios, aparatos de reanimación y oxigeno, para asegurar el salvamento de posibles accidentados.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

- Deberán apostarse una o varias personas plenamente capacitadas en la entrada o cerca de ésta.
- Deberán existir medios de comunicación rápidos entre los trabajadores y la persona o personas apostadas en la entrada.

8.15. Extrés térmico, frio y humedad

Cuando el estrés térmico el frío o la humedad sean tales que puedan provocar trastornos de salud o molestias extremas a los trabajadores, deberán tomarse medidas preventivas, tales como:

- Concepción apropiada de la carga y puesto de trabajo de cada operario, teniendo especialmente en cuenta a los que trabajan en cabinas o conducen máquinas descubiertas.
- Suministro de equipos de protección adecuados.
- Vigilancia médica periódica.

En lo referente al calor, las medidas preventivas deberán incluir el descanso en lugares frescos y la disponibilidad de agua en cantidad suficiente.

8.16. Ruido y vibraciones

Para proteger a los trabajadores de los efectos nocivos para la salud del ruido y de las vibraciones, el Contratista deberá adoptar medidas tales como:

- Sustituir máquinas o procedimientos peligrosos por otros que lo sean menos.
- Reducir el tiempo de exposición a estos riesgos.
- Proporcionar medios de protección auditiva.
- Para reducir el tiempo de exposición de los trabajadores al ruido y las vibraciones, el Contratista prestará especial atención a los trabajadores que:
- Utilicen compresores, martillos perforadores, perforadoras neumáticas y máquinas semejantes.

8.17. Otras disposiciones

Deberá evitarse la elevación manual de cargas cuyo peso entrañe riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores. No se eliminarán en obra aquellos desechos cuyos residuos puedan ser peligrosos contra la salud

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

9. MEDICIÓN Y ABONO

Todas las unidades de obra que figuran en el presente Estudio se medirán con la unidad especificada para cada una de ellas en las designaciones expresadas en los Cuadros de Precios, abonándose a los precios, que a tal efecto se incluyen en los referidos Cuadros de Precios.

En los precios citados se consideran incluidos todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para su perfecta ejecución y puesta en obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PRESUPUESTO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Capítulo I: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Concepto	Uds.	Precio € / ud	Importe €
Ud. Casco de seguridad homologado con barbuquejo	63	5,16	325,62
Ud. Gafa antipolvo y anti-impactos	63	3,25	205,09
Ud. Gafa sopletero	32	2,53	79,83
Ud. Pantalla de soldador	11	9,94	104,54
Ud. Cristal pantalla de soldador	11	0,86	9,05
Ud. Pantalla facial de policarbonato	32	3,66	115,48
Ud. Mascarilla antipolvo	63	0,48	30,29
Ud. Protector auditivo (tapón)	63	0,34	21,46
Ud. Protector auditivo (casco)	42	8	336,56
Ud. Cinturón de seguridad	63	13,99	882,84
Ud.. Arnés para trabajos en altura con doble cabo de anclaje y absorbedor de energía y gancho de gran apertura	8	150,56	1266,81
Ud. Línea de vida flexible	0		0,00
Ud. Mono o buzo de trabajo	63	13,65	861,38
Ud. Impermeable	32	10,25	323,41
Ud.Guantes dieléctricos	21	14,6	307,11
Ud. Guantes de uso general	63	1,5	94,66

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Ud. Guantes de cuero	21	2,13	44,80
Ud.Botas impermeables al agua y a la humedad	32	9,99	315,21
Ud. Botas de seguridad de cuero	32	13,68	431,64
Ud. Botas dieléctricas	4	13,75	57,85
Ud. Mandil soldador	4	8,81	37,06
Ud. Manguitos soldador	4	3,29	13,84
Ud. Chaleco reflectante	63	8,21	518,09
Ud. Frontal luminoso	32	30,84	973,08
Ud. Alfombrilla/banqueta de protección	21	49,56	1042,49
Ud. Dispositivo de bloqueo Lotto	21	13,3	279,77
Ud. Pértiga aislante	4	166,24	699,37
TOTAL CAPÍTULO I-EQUIPOS PROTECCIÓN INDIVIDUAL			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Capítulo II-PROTECCIONES COLECTIVAS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Concepto	Uds.	Precio €/ud	Importe €
Ud. Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	11	13,99	147,14
Ud. Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	11	4,78	50,27
Ud. Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	11	13,99	147,14
Ud. Baliza luminosa.	11	10,94	115,06
Ud. Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	11	4,78	50,27
Ud. Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluida la colocación	11	2,02	21,25
Mts.Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	11	0,75	7,89
Mts. Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	11	0,1	1,05
Ud. Valla autónoma metálica de contención peatones	11	5,14	54,06
Ud. Jalón de señalización, incluida la colocación	11	1,02	10,73
Ud. Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	11	14,51	152,61

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Hrs. Camión de riego, incluido el conductor	**21**	**13,68**	**287,76**
Ud. Mampara antiproyecciones	**21**	**36,59**	**769,67**
M2 Entibado excavación	**11**	**8,21**	**86,35**
Hrs. Mano de obra de señalización	**11**	**4,92**	**51,75**
Hrs. Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	**21**	**7,52**	**158,18**
Ud. Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	**4**	**136,49**	**574,21**
Ud. Walkie talkie	**32**	**70,17**	**2214,04**
Ud. Extintor de polvo polivalente de 6 Kg, incluido el soporte	**11**	**77,8**	**818,26**
Ud. Extintor de CO2 de 5 Kg, incluido el soporte	**11**	**42,22**	**444,05**
Ud. Pórticos protectores para tendidos eléctricos aéreos y pasos inferiores.	**11**	**83,56**	**878,84**
TOTAL CAPÍTULO II-PROTECCIONES COLECTIVAS			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Capítulo III- PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Concepto	Uds.	Precio €/ud	Importe €
Ud. Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	21	47,88	1007,16
Ud. Interruptor diferencial de media sensibilidad (300 mA), incluida instalación	11	59,61	626,95
Ud. Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), incluida instalación	11	60,12	632,31
TOTAL CAPITULO III- PROTEC. INSTALACIÓN ELECTRICA			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Capítulo IV-MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Concepto	Uds.	Precio €/ud	Importe €
Ud. Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo (solamente en el caso de que el Convenio Colectivo Provincial así lo disponga para este número de trabajadores)	3	43,75	138,04
Hrs. Formación de seguridad y salud	11	26,25	276,08
Ud. Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	4	113,92	479,26
Ud. Botiquín	4	39,37	165,63
TOTAL CAPITULO IV- MEDICINA PREV. Y PRIMEROS AUXILIOS			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Capítulo V- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Concepto	Uds.	Precio €/ud	Importe €
Ud. Recipiente para recogida de basuras	4	16,37	68,87
Meses Alquiler de barracón para vestuarios	2	136,84	287,84
Meses Alquiler de barracón para comedor	2	198,36	417,25
Ud. Taquilla metálica individual con llave	11	17,79	187,11
Ud. Banco de madera capacidad 5 personas	4	13,77	57,93
Ud. Radiador de infrarrojos	4	28,71	120,78
Meses Alquiler de barracón para aseos con dos duchas, dos lavabos y un WC	2	150,01	315,55
Ud. Fosa séptica reglamentaria	0	750,71	315,82
Hrs. Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal	337	7,52	2530,93
Ud. Suministro de agua para aseos y energía eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados	21	112,09	2357,81
TOTAL CAPITULO V-INSTALACIONES HIGIENE Y BIENESTAR			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

RESUMEN PRESUPUESTO

Concepto	Importe €
CAPITULO I- EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUALES	9.377,33 €
CAPÍTULO II- PROTECCIONES COLECTIVAS	7.040,58 €
CAPÍTULO III- PROTECCIONES INSTALACIÓN ELECTRICA	2.266,41 €
CAPÍTULO IV-MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	1.059,02 €
CAPITULO V- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	6.659,89 €
TOTAL PRESUPUESTO	**26.403,23 €**

Asciende el presente presupuesto de seguridad y salud para el proyecto de construcción del módulo de generación fotovoltaico AZAFRAN II a la cantidad de VEINTISEIS MIL CUATROCIENTOS TRES CON VEINTITRES EUROS.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

1. SEÑALIZACIÓN

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro - alarma	Alto, parada, dispositivos de dexconexión de emergencia. Evaciación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo demprotección individual
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

1.1.SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros.

















































Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8803529.
Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.2.SEÑALES DE PROHIBICIÓN

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45º respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal).





















Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

1.3.SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



ES OBLIGATORIO EL USO DE ARNÉS



ES OBLIGATORIO EL USO CASCO



ES OBLIGATORIO EL USO DE GUANTES



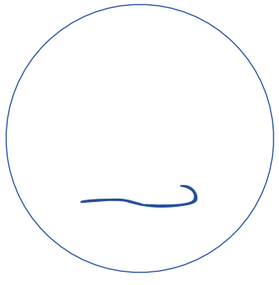
OBLIGACIÓN GENERAL



OBLIGACIÓN LAVADO DE MANOS



ES OBLIGATORIO EL USO DE MASCARILLA Y CASCO



ES OBLIGATORIO EL USO DE BOTAS



OBLIGATORIO EL USO DE PROTECCIÓN AUDITIVA



OBLIGATORIO EL USO DE PROTECCIÓN VISUAL



OBLIGATORIO EL USO DE ROPA DE TRABAJO



OBLIGATORIO EL USO DE ROPA DE ALTA VISIBILIDAD



OBLIGATORIO EL USO DE PROTECCIÓN FACIAL

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.4.SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).





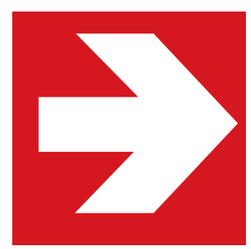












Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8892529.
Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.5.SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

1.6.SEÑALIZACIÓN GESTUAL

TOMA DE MANDO Y COMIENZO DE LA MANIOBRA



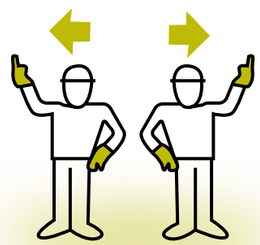
SUBIR



BAJAR



DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL



PARA



FIN DE LA MANIOBRA



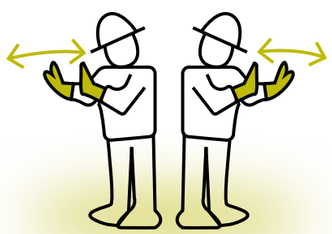
SUBIR LENTAMENTE



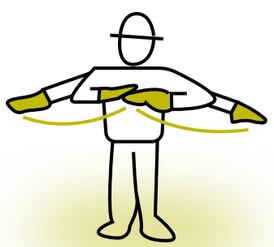
BAJAR LENTAMENTE



DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL LENTO



PARADA DE EMERGENCIA



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

1.7.ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO REFLECTANTE



VALLA EXTENSIBLE



BOYAS INTERMITENTES



CONOS



BASTIDOR METÁLICO



CADENAS



CINTA DE BALIZAMIENTO



VALLA EXTENSIBLE

PIQUETAS



BALIZA PORTATIL



CINTA DE BALIZAMIENTO



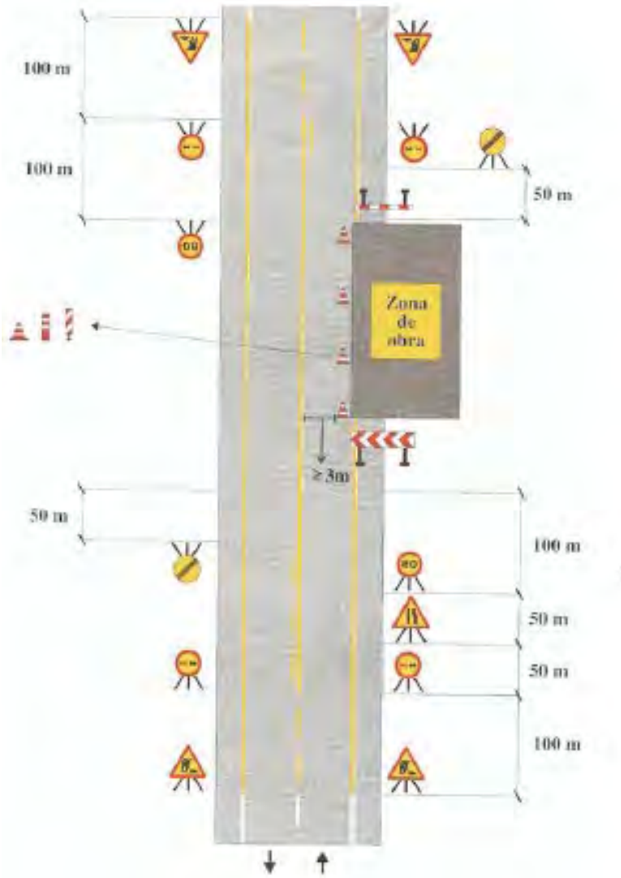
CINTA DE BALIZAMINTO



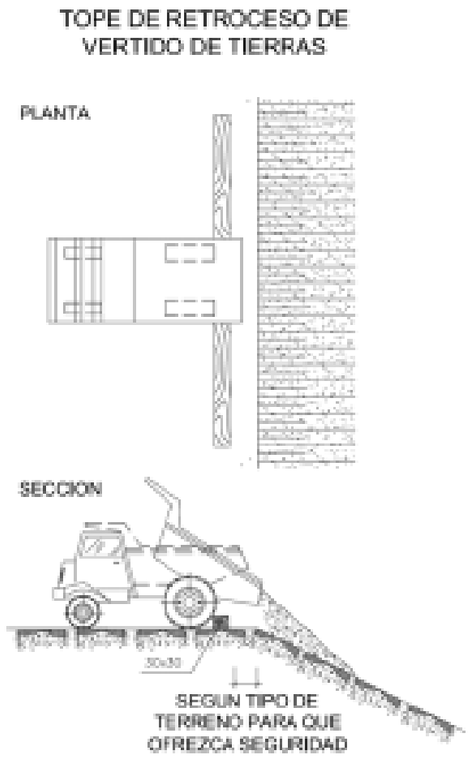
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

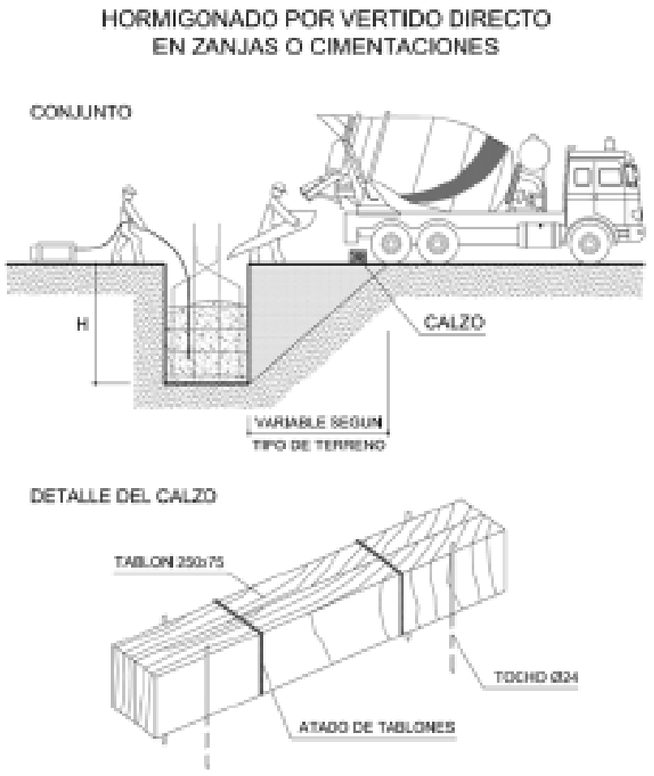
PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

1.8.SEÑALIZACIÓN DE OBRAS EN VÍA DE SOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN





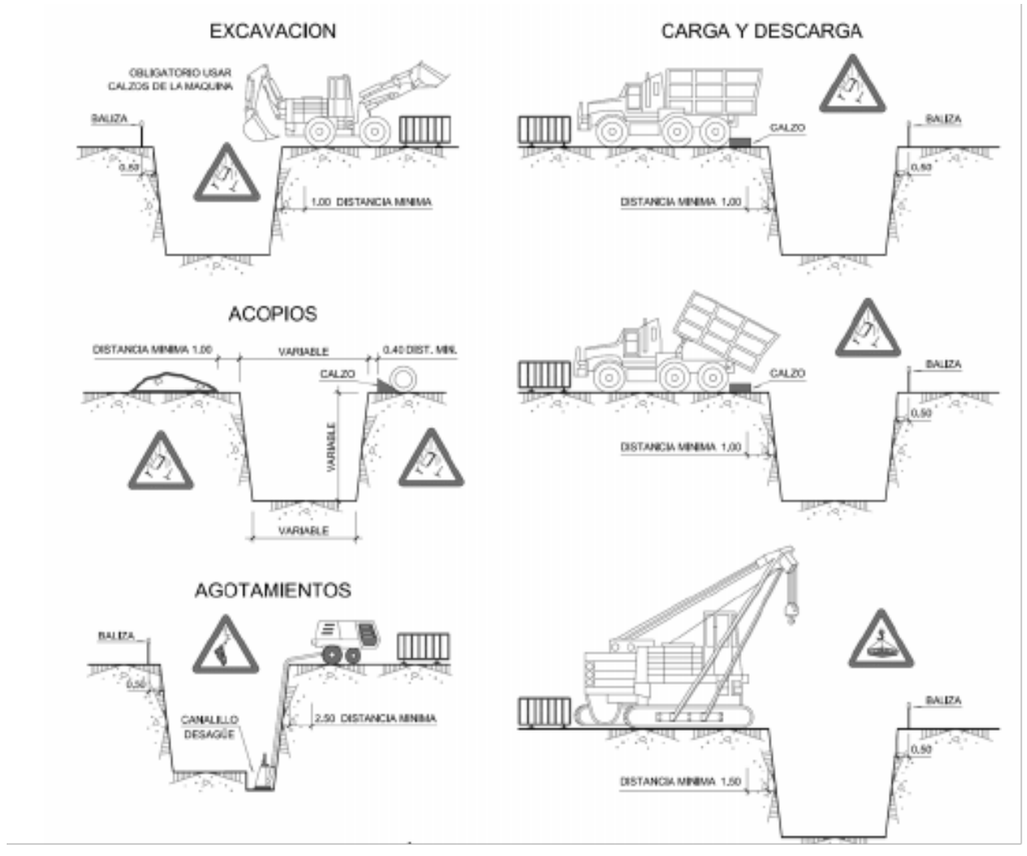


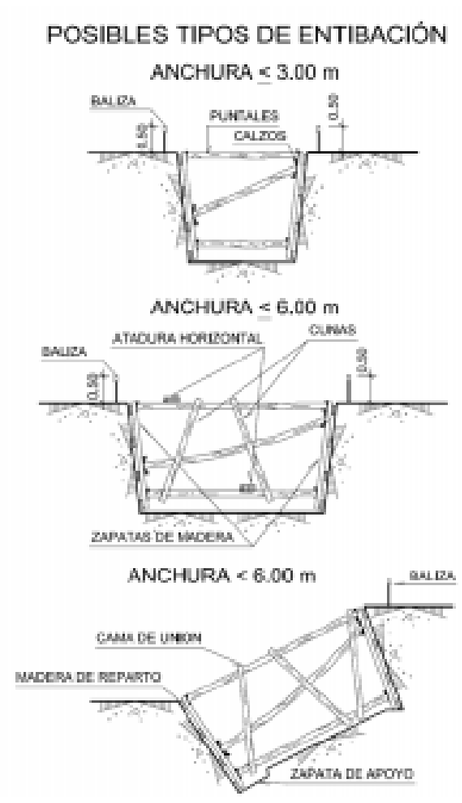


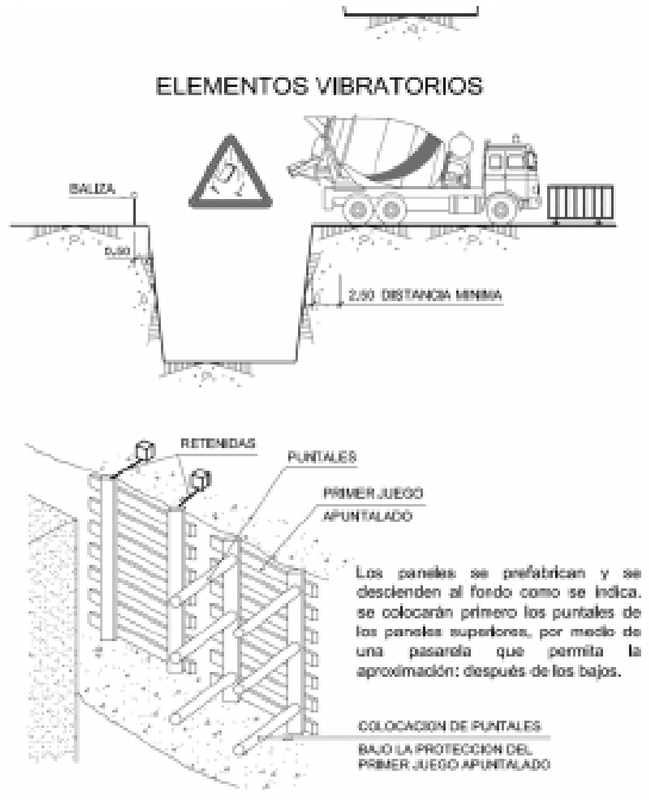
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS



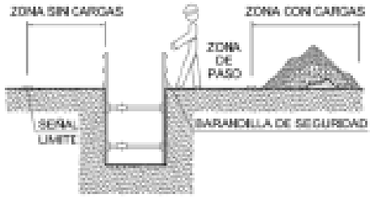


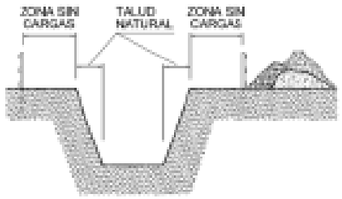


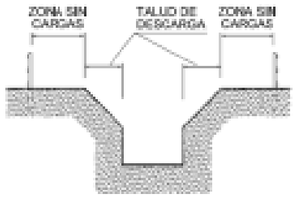
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8803239. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

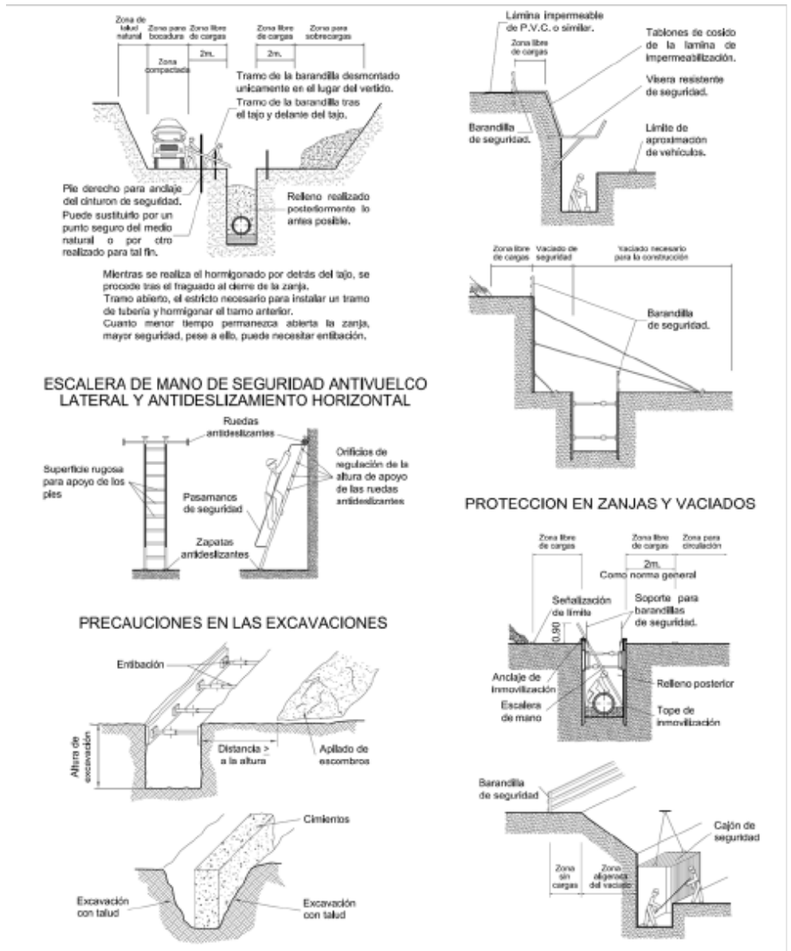
PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

3. ZANJAS Y VACIADOS





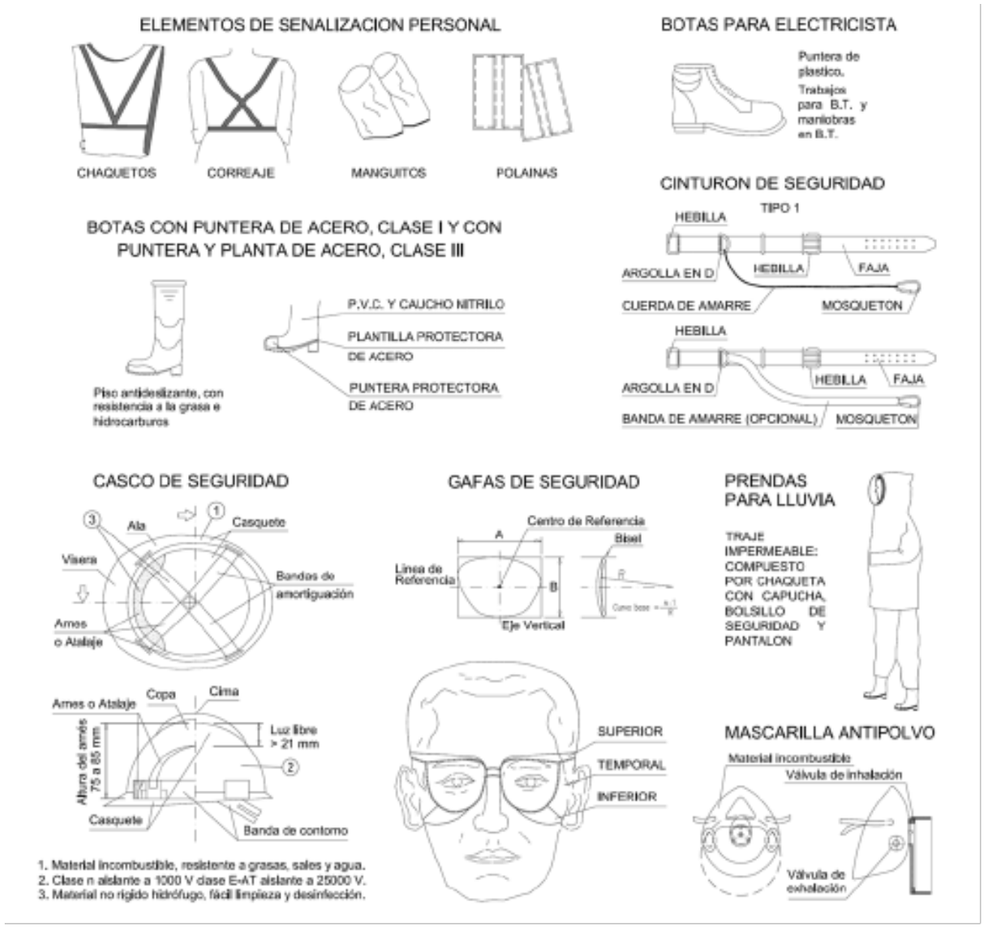




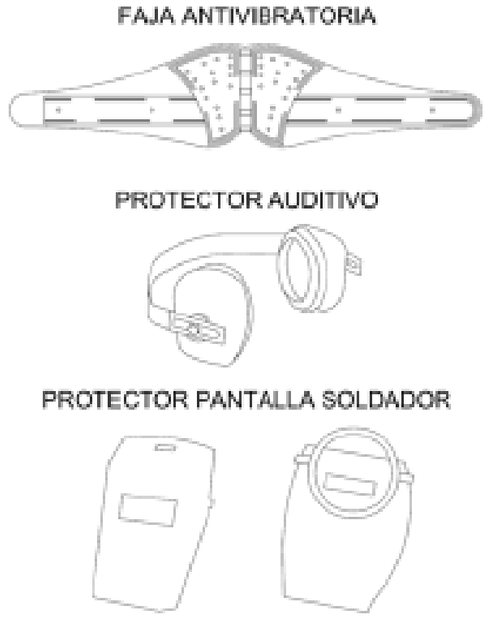
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

4. PROTECCIÓN PERSONAL



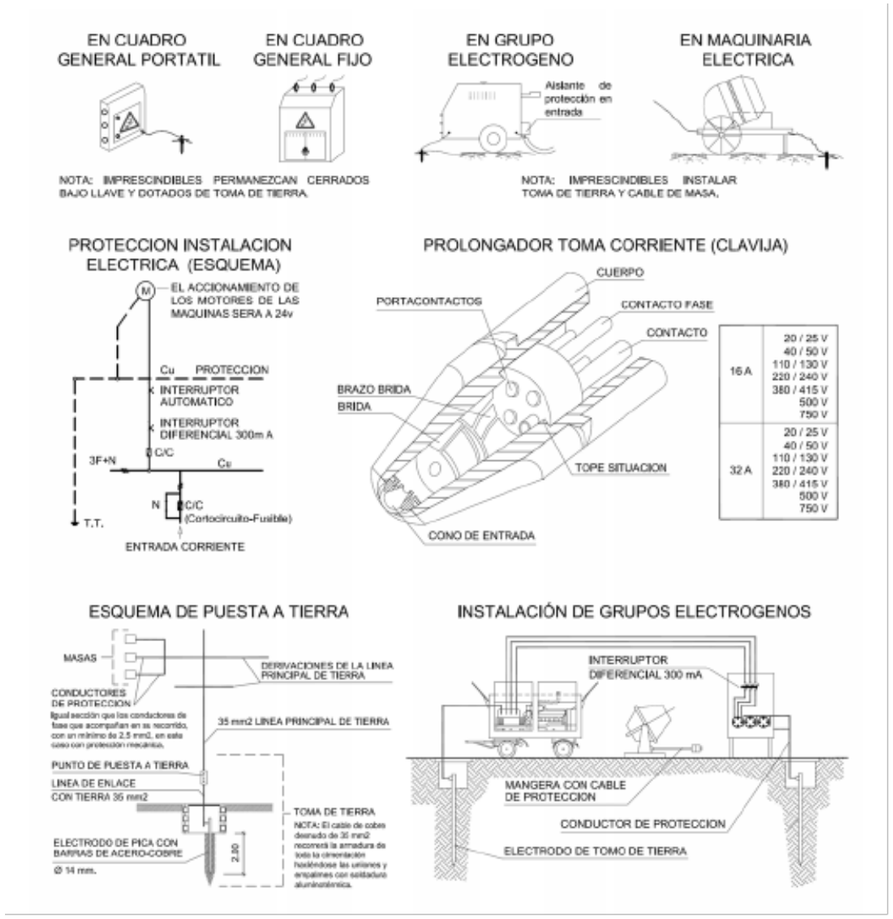


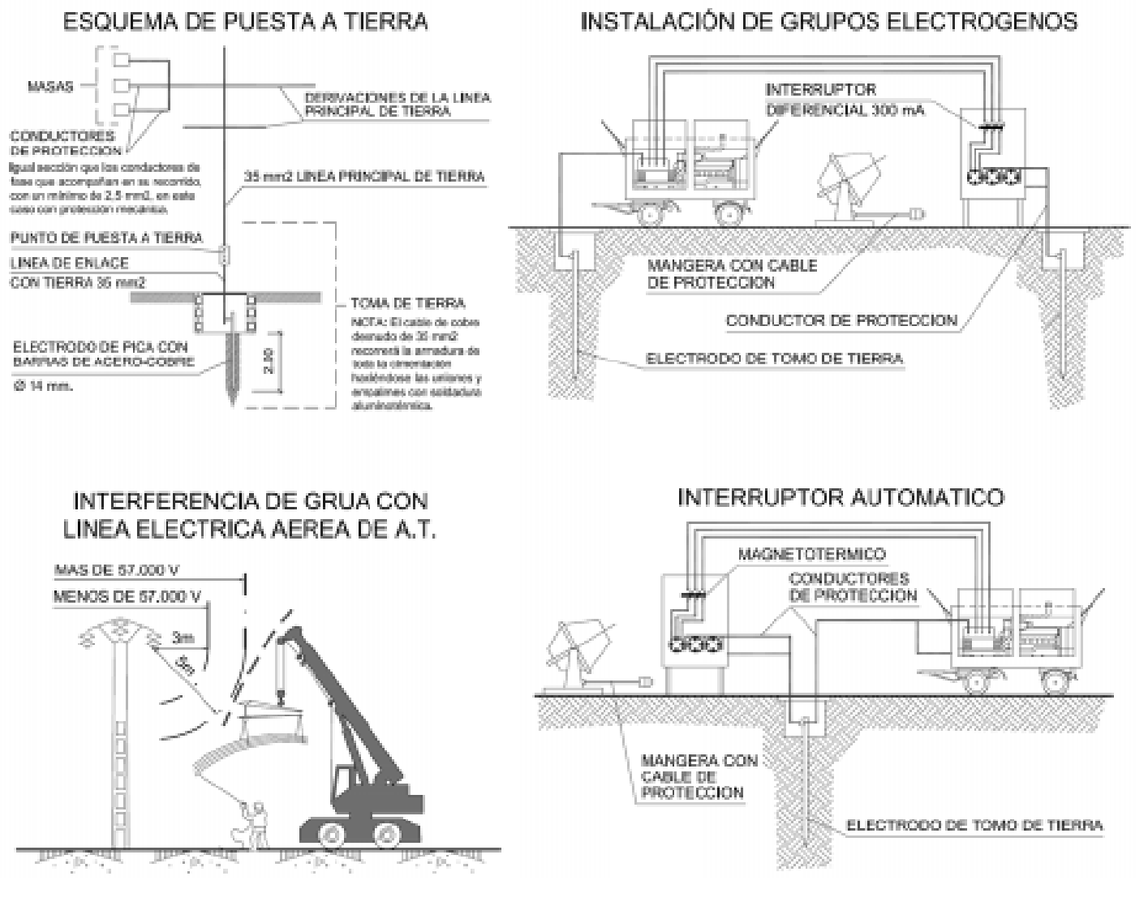


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

5. PROTECCIÓN COLECTIVA



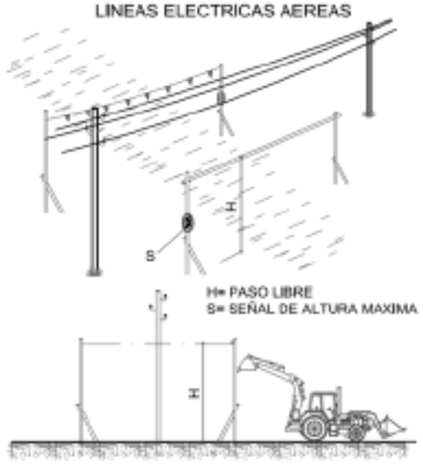


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS

Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS

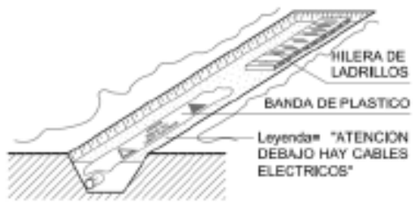


H= PASO LIBRE
S= SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

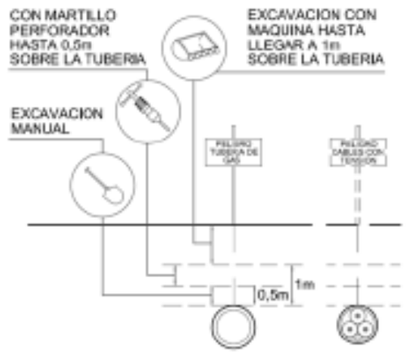


SEÑALIZACION EXTERIOR DE CONDUCCIONES DE ELECTRICIDAD Y DISTANCIAS PARA AREAS DE SEGURIDAD

FORMAS MAS USUALES DE SEÑALIZACION INTERIOR Y PROTECCION EMPLEADAS EN CONSTRUCCIONES ELECTRICAS

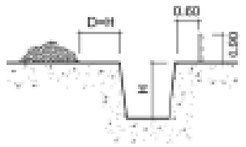


DISTANCIAS MAXIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDABLES EN TRABAJOS DE EXCAVACION SOBRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELECTRICIDAD



PROTECCION EN ZANJAS HUECOS Y ABERTURAS

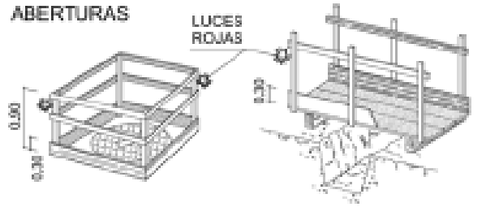
EN TERRENO ARENOSO



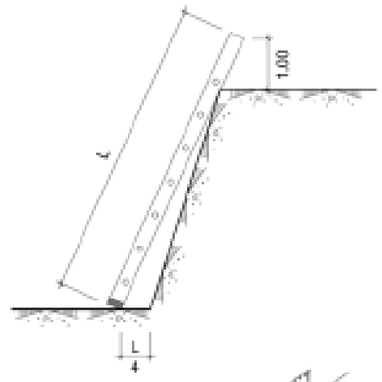
PASARELA PEATONES

EN HUECOS Y ABERTURAS

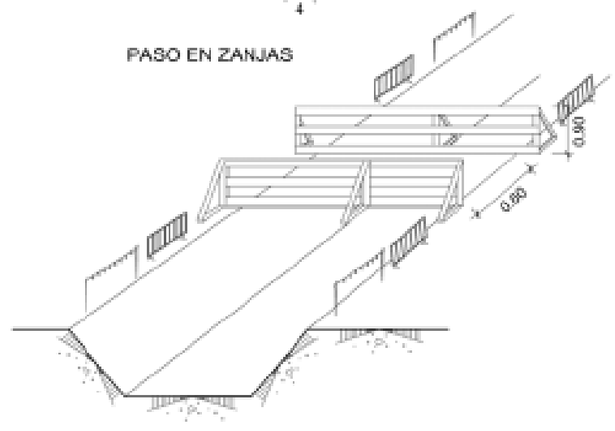
PASARELA PEATONAL



ESCALERA DE MANO

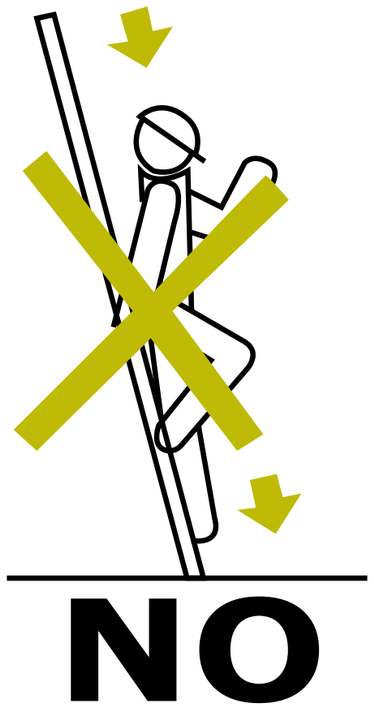


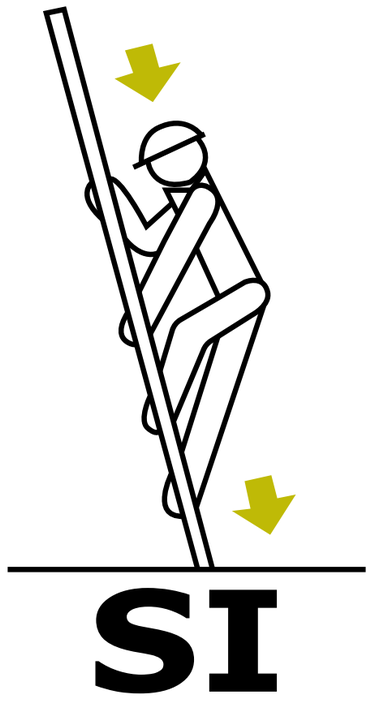
PASO EN ZANJAS

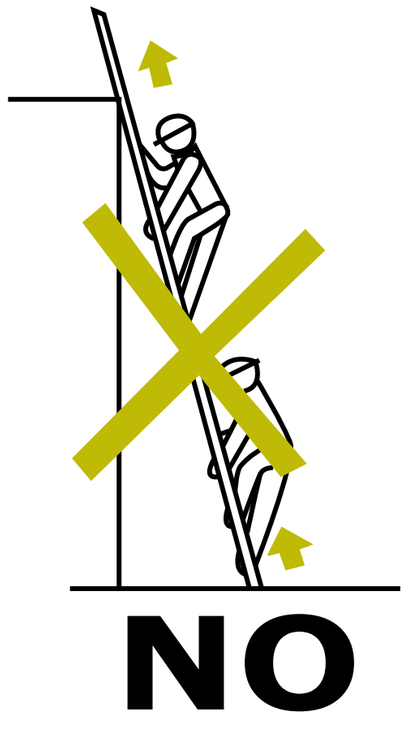


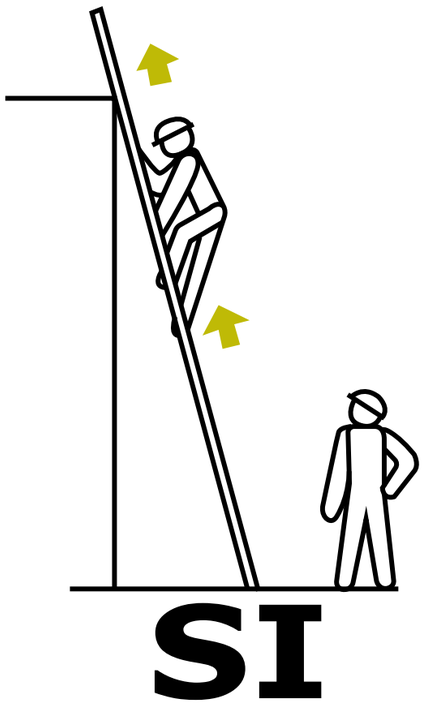
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8803529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

6. ESCALERA DE MANO









Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8803529.
Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

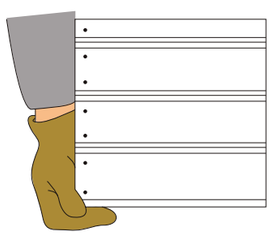
PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

7. ELEVACIÓN Y TRANSPORTE MANUAL DE CARGA

MANUEJO MANUAL DE CARGAS DIRECTO

Pie adelantado

Asegura la carga con las manos



Mantén los brazos pegados al cuerpo y debidamente estirados



Mantén la carga próxima al eje recto de tu espalda

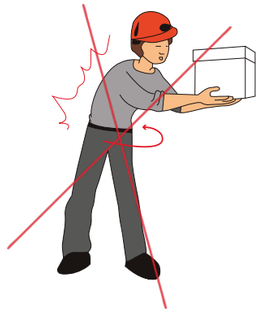


RECOMENDACIONES

Aprovecha el contrapeso de tu propio cuerpo



ADVERTENCIA: No rotes el tronco al manipular la carga



Reduce el esfuerzo mediante el uso de medios mecánicos auxiliares



Utiliza la fuerza de las piernas



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

8. EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Agente Extintor	Para Clase	Mecanismo 1º	Otros	✔	✘
 *AGUA*	**A** *Sólidos Brasas*	*Enfriamiento* 	*Sofocación*	*Universal Barata A distancia (chorro) Fácil manejo Mejorable (aditivos) Gran penetración*	*Gran caudal Conductora Se congela/evapora* **Incompatible (aceite, clase D)** *Dispersión (chorro) Deterioro instalaciones (corrosión)*
 *CO_2*	**B** *Líquidos También fuego Eléctrico*	*Sofocación (desplazamiento del oxígeno* 	*Enfriamiento*	*No residuo No corrosivo No conductor Eficacia aceptable Fácil presurización*	**¡ASFIXIA!** *Corto alcance Actúa en superficie Congelación* **Incompatible (clase D)** *Ruido Electrostática*
 *POLVO*	**ABC**	*Inhibición* 	*Sofocación (por capa) Enfriamiento*	*No tóxico No conductor (hasta cierto voltaje) Alta eficiencia*	**No en instalaciones fijas** *Irritación Mala visibilidad Se compacta (necesario agitar) Deterioro instalaciones (corrosión)*



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M.. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS

Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

UTILIZACIÓN DEL EXTINTOR

1 Comprobar el precinto y el manómetro (zona verde) (garantía de uso)



2 Verificar que el extintor es el adecuado para el fuego que queremos extinguir.

3 Agitar para desapelmazar (extintores de polvo).



4 Apoyar en el suelo con una inclinación de 45º (hacia adelante y grifería en dirección al fuego).



5 Quitar el precinto, sujetar la manguera y presionar la maneta de impulsión para comprobar su funcionamiento





6 Avanzar hacia el fuego con el viento de espalda y usar el extintor SIEMPRE en posición vertical.

7 Dirigir el chorro a la base de las llamas con un movimiento en zig-zag.
¡Dirección del viento!





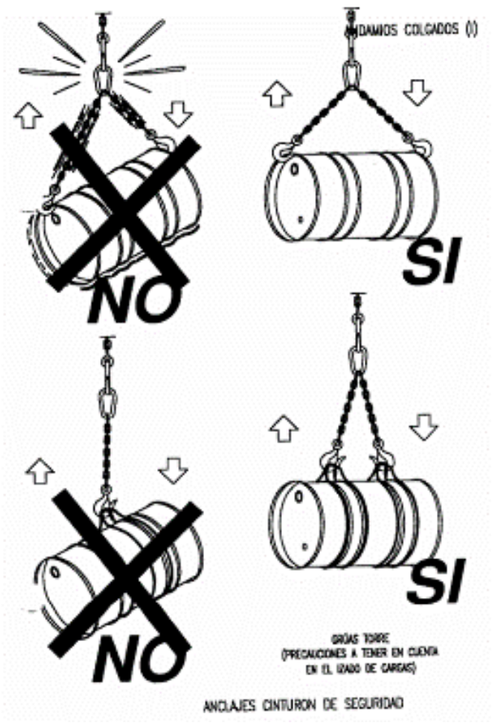
8 Una vez extinguido, retroceder de espaldas, sin perder de vista el fuego.

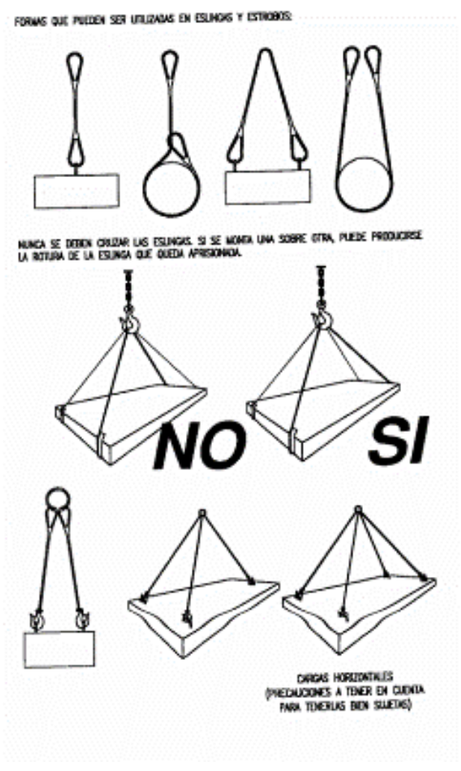
9 Dejar el extintor tumbado con objeto de que quede constancia de extintor vacío.

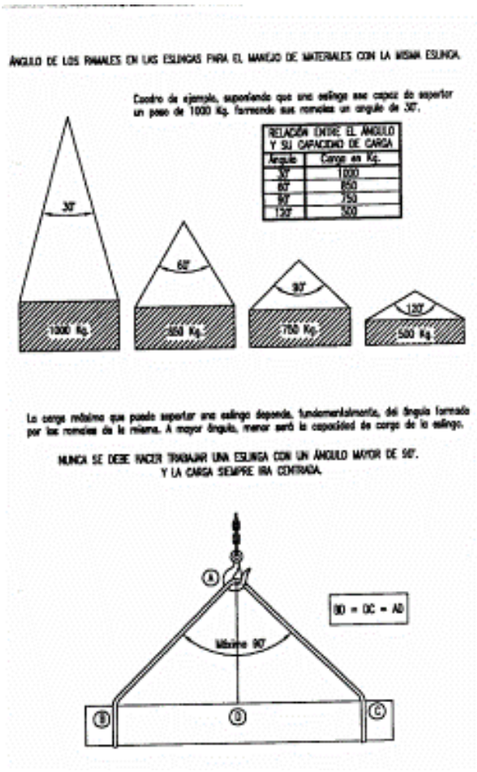
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802529. Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

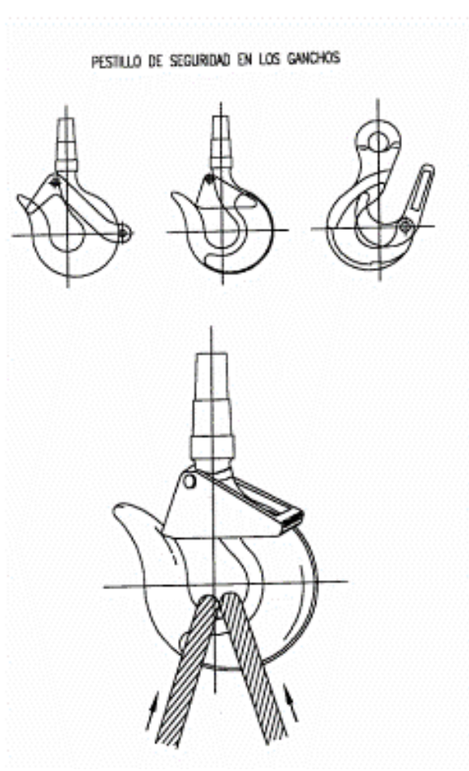
PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

9. IZADO DE CARGAS







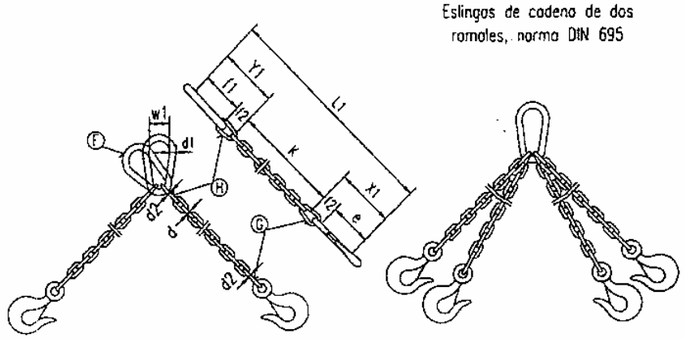


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS

Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

Eslingas de cadena de dos ramales, norma DIN 695



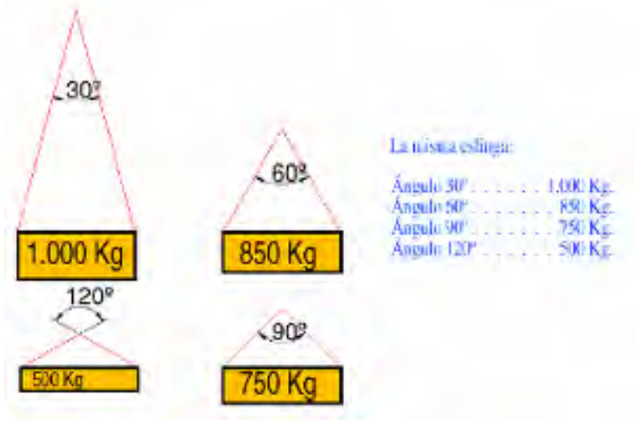
CADENA DE CARGA	CADENA DE ARRASTRE	CARGA UTIL ∝ = 45°	∝ = 90°	∝ = 120°	X_1	Y_1	Longitud de la cadena terminada para K=1000 mm.	ESLABON F			ESLABONES G H		
Espesor nominal d mm.	e mm.	Kgs.	Kgs.	Kgs.	mm.	mm.	L_1 mm.	f_1 mm.	d_1 mm.	w_1 mm.	f_2 mm.	f_3 mm.	d_2 mm.
5	52	150	110	80	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	52	230	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2650	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1864	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	72	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	499	536	2035	380	78	215	126	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
42	422	15000	12000	8500	569	600	2169	420	93	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	460	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	592	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	592	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	592	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	360	210	260	73

Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularan como multiplos del paso t, segun DIN 766.
Estas eslingas se construyen tambien con orgolla en lugar de gancho.
Al remolcar mas de dos ramales de cadena, se recomiendo calcular como resistentes solo dos de ellos.

Cargas para cables de dos ramales

Cable 6x37+1 = Carga de rotura 140 Kg/mm - Coef de seguridad = 6

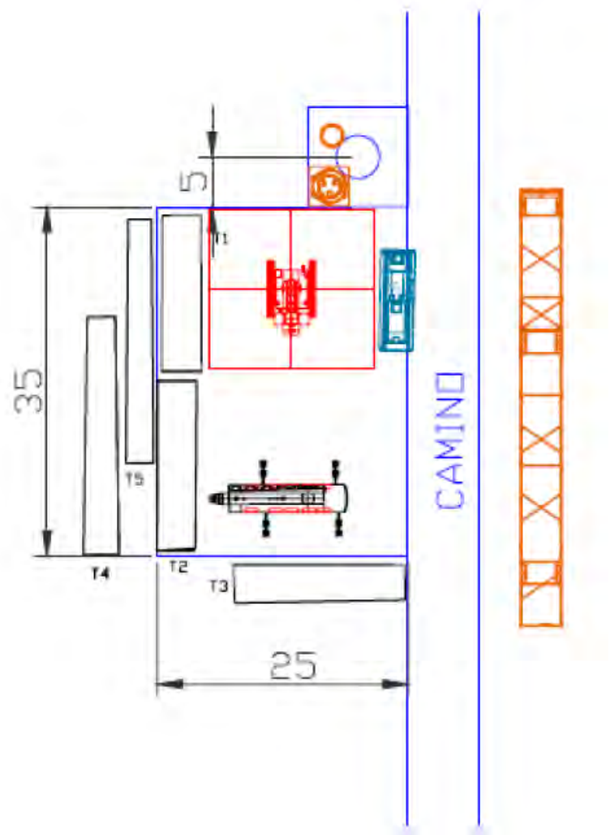
Ø				2 eslingas de 2 ramales a 90°
10	750	1.500	1.000	2.000
12	1.250	2.500	1.750	3.500
14	1.500	3.000	2.000	4.000
16	2.000	4.000	2.500	5.000
18	2.500	5.000	3.500	7.000
20	3.250	6.500	4.500	9.000
22	4.000	8.000	5.500	11.000
24	4.500	9.000	6.500	13.000
26	5.500	11.000	7.500	15.000
28	6.500	13.000	9.000	18.000
30	7.500	15.000	10.000	20.000



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 19428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

10. PLANO DE IZADO DE CARGAS



GENERAL
Compactación de la plataforma:
Compactación del vial:

GRÚA
Peso (para la configuración elegida):
Capacidad máxima de carga:
Contrapesos:
Estabilizadores – alcance:
Carga:
Centro gravedad:
Pluma – máxima extensión:
Pluma – ángulo:
Plumín – máxima extensión:
Plumín – ángulo:
Radio acción / trabajo:
Limite velocidad viento:
Capacidad carga utilizada:

CARGA
Peso:
Dimensiones:
Altura a izar:
Puntos de izado:

ACCESORIOS DE ELEVACIÓN (carga máxima de utilización eslingas, ganchos, grilletes, etc.)

Nombre del jefe de la maniobra:
Firma:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PLANOS	
Proyecto	PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II
Emplazamiento	Término municipal de Azuara
Documento	Estudio básico de Seguridad y Salud elaborado por Alejandro García Galiano
Fecha	Mayo de 2023

11. LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

Incluir planos de localización de la obra en el que se puedan observar los núcleos urbanos más importantes y también las

Escala 1:50.000	***Escala 1:25.000***	***Escala 1:5.000***

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 20230393. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver.: 8802329.
Nº Colegiado: 11428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

PROYECTO DEL MÓDULO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO AZAFRÁN II

Mediciones y Presupuesto

Madrid, agosto 2023

Alejandro García Galiano
47305899-M
Colegiado nº 18.428
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/verificacion. Cod.Ver: 8802329.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

ÍNDICE

1. Mediciones 1
1.1. Obra civil 1
1.2. Eléctrico 7
1.3. Mecánico 9
1.4. Instalaciones provisionales y zonas de acopio 10
1.5. Sistema de seguridad (CCTV) 10
1.6. Sistema de monitorización y control 11
1.7. Gestión de residuos 12
1.8. Medio ambiente 12
1.9. Varios 13
2. Presupuesto 14
2.1. Obra civil 14
2.2. Eléctrico 14
2.3. Mecánico 14
2.4. Instalaciones provisionales y zonas de acopio 14
2.5. Sistema de seguridad (CCTV) 15
2.6. Sistema de monitorización y control 15
2.7. Gestión de residuos 15
2.8. Medio ambiente 15
2.9. Varios 15
2.10. Resumen 16

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1. Mediciones

1.1. Obra civil

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
1	OBRA CIVIL		
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
1.1.1	**Limpieza y desbroce del terreno** por medios mecánicos, incluye tala de árboles y arbustos incluido destoconado, arranque, carga y transporte a zona de acopio, vertedero o gestor autorizado. incluso canon de vertido.	162.300,00	m^2
1.1.2	**Excavación** a cielo abierto en **suelos** con medios mecánicos para ejecución de plataformas y viales o explanación de zonas localizadas, incluso carga y transporte a vertedero autorizado o lugar de empleo, a cualquier distancia, perfilado de taludes y rasanteo de la explanada a cota de proyecto, reperfilado y compactación de la explanación resultante.	7.306,86	m^3
1.1.4	Suministro de material y ejecución de **relleno** y compactación (terraplenado) con material seleccionado procedente de la excavación o de préstamo, conforme a las características requeridas en el proyecto, incluso selección, transporte interno, extendido en tongadas de espesor no superior a 30cm, humectación y compactación hasta el 98% proctor modificado, perfilado y revegetado de taludes y rasanteo de de la superficie de coronacion del terraplén hasta cota de proyecto mediante medios mecánicos. Totalmente terminado	6.983,76	m^3
1.2	VALLADO PERIMETRAL		
1.2.1	Suministro e intalación del cerramiento perimetral con malla cinegética de 20x15cm de acero galvanizado y 2 metros de altura. Postes de chapa Z450 de 48mm de diámetro y espesor 1,5mm. Pie metálico cada 30 metros y en esquinas de 42mm de diámetro. Con uñetas en los postes para el amarre de la malla. Tensores superior, central e inferior de alambre de 2mm. Incluye suministro y ejecución de cimentación de hormigón en masa HM-20 30x30x50cm para cada poste. Totalmente terminado de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas de proyecto. Material sobrante a vertedero autorizado con certificación medioambiental de vertido y reciclajes.	3.152,00	ml
1.2.2	Suministro e instalación de puerta principal de doble hoja y 6 metros de ancho. Con mallazo electrosolado de 20x15cm, con pilares metálicos galvanizados cuadrados de 100x100mm, marco de la puerta PDS26 con tubo de 30x40mm. Incluye cerradura con resbalón, manilla, condena y bombín. Incluye también suministro y ejecución de cimentación de hormigón en masa HM-20 30x30x50cm para cada poste.Totalmente terminado de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas de proyecto. Material sobrante a vertedero autorizado con certificación medioambiental de vertido y reciclajes.	3,00	Uds.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.3	VIALES		
1.3.1	**VIALES INTERNOS 4m ANCHO**. **Limpieza y desbroce del terreno** por medios mecánicos, incluye tala de árboles y arbustos incluido destoconado, arranque, carga y transporte a zona de acopio, vertedero o gestor autorizado. incluso canon de vertido. Incluye también la retirada de tierra vegetal, acopio y reparto por la obra.	3.471,42	m^2
1.3.2	**VIALES INTERNOS 4m ANCHO. Excavación** a cielo abierto en **suelos** con medios mecánicos para ejecución de plataformas y viales o explanación de zonas localizadas, incluso carga y transporte a vertedero autorizado o lugar de empleo, a cualquier distancia, perfilado de taludes y rasanteo de la explanada a cota de proyecto, reperfilado y compactación de la explanación resultante.	974,10	m^3
1.3.4	**VIALES INTERNOS 4m ANCHO.** Suministro de material y ejecución de **relleno** y compactación (terraplenado) con material seleccionado procedente de la excavación o de préstamo, conforme a las características requeridas en el proyecto, incluso selección, transporte interno, extendido en tongadas de espesor no superior a 30cm, humectación y compactación hasta el 98% proctor modificado, perfilado y revegetación de taludes y rasanteo de la superficie de coronacion del terraplén hasta cota de proyecto mediante medios mecánicos. Totalmente terminado	20,45	m^3
1.3.5	**VIALES INTERNOS 4m ANCHO**. Suministro de materiales y ejecución de **capa de rodadura**, formado por una capa de 10 cm de espesor realizada con zahorra artificial, (ZA-20, ZA-25 ó ZA-40) conforme a las indicaciones del PG3 . Incluye extendido, humectación y compactación incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento,control de humedad y compactación con medios mecánicos, por especialista en Geotecnia, totalmente terminado. Incluye adecuación final tras los trabajos de montaje de la planta fotovoltaica. Incluso aporte de material si fuera necesario, con las mismas características que la capa de pavimento inicial, reparaciones, nivelación, compactación, etc. mediante el empleo de medios mecánicos adecuados como niveladora, humectación, compactadora, etc. Totalmente ejecutado y terminado.	347,14	m^3
1.3.6	**VIALES INTERNOS 4m ANCHO.** Suministro de materiales y ejecución de la **capa sub base**, formada por una capa de 20 cm de espesor realizada con zahorra natural, conforme a las indicaciones del PG3 . Incluye extendido, humectación y compactación incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento,control de humedad y compactación con medios mecánicos, por especialista en Geotecnia, totalmente terminado. Incluye adecuación final tras los trabajos de montaje de la planta fotovoltaica. Incluso aporte de material si fuera necesario, con las mismas características que la capa de pavimento inicial, reparaciones, nivelación, compactación, etc. mediante el empleo de medios mecánicos adecuados como niveladora, humectación, compactadora, etc. Totalmente ejecutado y terminado.	694,28	m^3

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.4	ZANJAS Y CANALIZACIONES		
1.4.1	**Zanja tipo ST: String**. Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja para cables. Dimensiones alto x ancho: 70x60cm. Incluye desbroce del terreno, excavación en tierra vegetal, excavación en terreno compacto y/o roca, con medios mecánicos (retro, martillo, etc.) incluso entibación agotamiento, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero autorizado. , incluyendo carga y transporte sobre camión de productos a lugar de empleo o vertedero. Incluye compactación de la base, suministro y colocación de relleno de arena lavada de río, suministro y relleno compactado con suelo seleccionado, suministro y relleno compactado con material procedente de la excavación previamente cribado. el grado de compactación será como mínimo del 95% del Proctor Modificado. Incluye el suministro e instalación tanto de cinta señalizadora como de placa de protección mecánica y tubo corrugado Ø63mm² para alojar los cables. Según planos y especificaciones técnicas de proyecto.	1.067,34	ml
1.4.2	**Zanja tipo BT1: String + BT**. Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja para cables. Dimensiones alto x ancho: 90x60cm. Incluye desbroce del terreno, excavación en tierra vegetal, excavación en terreno compacto y/o roca, con medios mecánicos (retro, martillo, etc.) incluso entibación agotamiento, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero autorizado. , incluyendo carga y transporte sobre camión de productos a lugar de empleo o vertedero. Incluye compactación de la base, suministro y colocación de relleno de arena lavada de río, suministro y relleno compactado con suelo seleccionado, suministro y relleno compactado con material procedente de la excavación previamente cribado. el grado de compactación será como mínimo del 95% del Proctor Modificado. Incluye el suministro e instalación tanto de cinta señalizadora como de placa de protección mecánica y tubo corrugado Ø63mm² para alojar los cables. Según planos y especificaciones técnicas de proyecto.	932,86	ml
1.4.7	**Zanja tipo BT4**. Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja para cables. Dimensiones alto x ancho: 110x80cm. Incluye desbroce del terreno, excavación en tierra vegetal, excavación en terreno compacto y/o roca, con medios mecánicos (retro, martillo, etc.) incluso entibación agotamiento, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero autorizado. , incluyendo carga y transporte sobre camión de productos a lugar de empleo o vertedero. Incluye compactación de la base, suministro y colocación de relleno de arena lavada de río, suministro y relleno compactado con suelo seleccionado, suministro y relleno compactado con material procedente de la excavación previamente cribado. el grado de compactación será como mínimo del 95% del Proctor Modificado. Incluye el suministro e instalación tanto de cinta señalizadora como de placa de protección mecánica y tubo corrugado Ø63mm² para alojar los cables. Según planos y especificaciones técnicas de proyecto.	1.374,35	ml

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.4.11	**Zanja tipo MT2**. Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja para cables. Dimensiones alto x ancho: 120x60cm. Incluye desbroce del terreno, excavación en tierra vegetal, excavación en terreno compacto y/o roca, con medios mecánicos (retro, martillo, etc.) incluso entibación agotamiento, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero autorizado. , incluyendo carga y transporte sobre camión de productos a lugar de empleo o vertedero. Incluye compactación de la base, suministro y colocación de relleno de arena lavada de río, suministro y relleno compactado con suelo seleccionado, suministro y relleno compactado con material procedente de la excavación previamente cribado. el grado de compactación será como mínimo del 95% del Proctor Modificado. Incluye el suministro e instalación tanto de cinta señalizadora como de placa de protección mecánica y tubo corrugado Ø63mm² para alojar los cables. Según planos y especificaciones técnicas de proyecto.	3.297,00	ml
1.4.15	**Zanja tipo Comm**. Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja para cables. Dimensiones alto x ancho: 80x60cm. Incluye desbroce del terreno, excavación en tierra vegetal, excavación en terreno compacto y/o roca, con medios mecánicos (retro, martillo, etc.) incluso entibación agotamiento, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero autorizado. , incluyendo carga y transporte sobre camión de productos a lugar de empleo o vertedero. Incluye compactación de la base, suministro y colocación de relleno de arena lavada de río, suministro y relleno compactado con suelo seleccionado, suministro y relleno compactado con material procedente de la excavación previamente cribado. el grado de compactación será como mínimo del 95% del Proctor Modificado. Incluye el suministro e instalación tanto de cinta señalizadora como de placa de protección mecánica y tubo corrugado Ø63mm² para alojar los cables. Según planos y especificaciones técnicas de proyecto.	3.106,00	ml
1.4.16	**Zanja tipo PAT**. Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja para cables. Dimensiones alto x ancho: 50x60cm. Incluye desbroce del terreno, excavación en tierra vegetal, excavación en terreno compacto y/o roca, con medios mecánicos (retro, martillo, etc.) incluso entibación agotamiento, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero autorizado. , incluyendo carga y transporte sobre camión de productos a lugar de empleo o vertedero. Incluye compactación de la base, suministro y colocación de relleno de arena lavada de río y suministro y relleno compactado con material procedente de la excavación previamente cribado. el grado de compactación será como mínimo del 95% del Proctor Modificado. Incluye el suministro e instalación de cinta señalizadora. Según planos y especificaciones técnicas de proyecto.	87,00	ml

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.6	**ARQUETAS**		
1.6.1	**Arqueta BT. Suministro.** Arqueta prefabricada para baja tensión, materiales y dimensiones según planos y especificacionesde proyecto.	1,00	Uds.
1.6.2	**Arqueta BT. Instalación** Arqueta prefabricada para baja tensión, materiales y dimensiones según planos y especificacionesde proyecto. Incluye replanteo topográfico, limpieza y desbroce de la capa superior del terreno y excavación para su instalación.	1,00	Uds.
1.6.3	**Arqueta MT. Suministro.** Arqueta prefabricada para media tensión, materiales y dimensiones según planos y especificacionesde proyecto	1,00	Uds.
1.6.4	**Arqueta MT. Instalación** Arqueta prefabricada para media tensión, materiales y dimensiones según planos y especificacionesde proyecto. Incluye replanteo topográfico, limpieza y desbroce de la capa superior del terreno y excavación para su instalación.	1,00	Uds.
1.6.5	**Arqueta Comunicaciones. Suministro.** Arqueta prefabricada para cable de comunicaciones, materiales y dimensiones según planos y especificacionesde proyecto.	21,00	Uds.
1.6.6	**Arqueta Comunicaciones. Instalación** Arqueta prefabricada para cable de comunicaciones, materiales y dimensiones según planos y especificacionesde proyecto. Incluye replanteo topográfico, limpieza y desbroce de la capa superior del terreno y excavación para su instalación.	21,00	Uds.
1.7	**CIMENTACIONES**		
1.7.1	**Cimentaciones estructura**. Hincado directo mediante medios mecánicos, incluye replanteo topográfico de cada poste, hincado directo y verificación de cumlpimiento de tolerancias proporcionadas por el fabricante. Tipo de perfil y profundidad de hincado según calculo estructural del fabricante.	1.702,00	Uds.
1.7.4	**Cimentación Power station**. Incluye limpieza y desbroce de la capa superior del terreno mediante medios mecánicos. Excavación hasta cota de proyecto, nivelación y compactación. Suministro y colocación de hormigón armado. Incluye la ejecución del foso para recogida de aceites del transformador.Dimensiones de cimentación según cálculos y planos de proyecto.	1,00	Uds.
1.7.5	**Cimentaciones NCU.** Mediante hinca directa. Incluye limpieza y desbroce de la capa superior del terreno mediante medios mecánicos, replanteo topográfico para la ubicación del perfil. Tipo de perfil y profundidad de hincado, según cálculos de proyecto.	1,00	Uds.
1.7.6	**Cimentaciones Combiner Box. Hincado directo** Incluye limpieza y desbroce de la capa superior del terreno mediante medios mecánicos, replanteo topográfico para la ubicación del perfil e hincado directo del perfil a profundidad según cálculos de proyecto.	32,00	Uds.
1.7.8	**Cimentaciones Estación Meteorológica.** Incluye limpieza y desbroce de la capa superior del terreno mediante medios mecánicos, replanteo topográfico para la ubicación del poste, Suministro y colocación de hormigón. Dimensiones de cimentación según cálculos de proyecto.	1,00	Uds.
1.7.9	**Cimentaciones báculo CCTV.** Incluye limpieza y desbroce de la capa superior del terreno mediante medios mecánicos, replanteo topográfico para la ubicación del poste, Suministro y colocación de hormigón. Dimensiones de cimentación según cálculos de proyecto.	21,00	Uds.
1.7.10	**Cimentación Edificio Multiusos**. Incluye limpieza y desbroce de la capa superior del terreno mediante medios mecánicos. Excavación hasta cota de proyecto, nivelación y compactación. Suministro y colocación de hormigón armado para ejecución de cimentación y fosa séptica.Dimensiones de cimentación según cálculos y planos de proyecto.	1,00	Uds.
1.7.11	**Cimentación Punto limpio**. Incluye limpieza y desbroce de la capa superior del terreno mediante medios mecánicos. Excavación hasta cota de proyecto, nivelación y compactación. Suministro y colocación de hormigón armado.Dimensiones de cimentación según cálculos y planos de proyecto.	1,00	Uds.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.8	**HIDROLOGÍA Y DRENAJES**		
1.8.1	**Cuneta tipo 1 Acabado en Tierra.** Cuneta de drenaje triangular/trapezoidal con dimensiones AAxBB ejecutada por medios mecánicos según planos y especificacinoes técnicas de proyecto. Incluye replanteo topográfico y compactación de la base.	2.082,85	ml
1.8.2	**Cuneta tipo 1 Revestida.** Cuneta de drenaje triangular/trapezoidal con dimensiones AAxBB ejecutada por medios mecánicos según planos y especificacinoes técnicas de proyecto. Incluye replanteo topográfico, compactación de la base, suministro y colocación de amteriales de revestimiento.	1.388,57	ml
1.8.7	**Vado hormigonado cruce vial.** Incluye suministro y colocación de hormigón armado y materiales de encofrado. Dimensiones aproximadas 4x6x0,3m (dimensiones finales, según calculos de proyecto.	2,00	Uds.
1.9	**EDIFICACIONES**		
1.9.1	**Edificio Multiusos**. Suministro e instalación de todos los materiales necesarios para la ejecución del edificio según planos y especificaciones de proyecto. Totalmente terminado.	1,00	Uds.
1.9.2	**Punto limpio**. Suministro e instalación de contenedor de punto limpio según planos y especificaciones técnicas del proyecto. Totalmente terminado.	1,00	Uds.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.2. Eléctrico

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
2	ELÉCTRICO		
2.1	MODULOS FOTOVOTAICOS		
2.1.1	**Suministro** de modulos fotovoltaicos marca CANADIAN modelo CS7N-650MB-AG-Bifacial de potencia 650Wp en planta fotovoltaica (DDP)	11.100,00	Uds.
2.1.2	**Instalación** de modulos fotovoltaicos marca CANADIAN modelo CS7N-650MB-AG-Bifacial de potencia 650Wp, Incluye fijación a la estructura según prescripciones del fabricante y conexionado entre modulos.Incluye también tornillería necesaria para la fijación.	11.100,00	Uds.
2.2	CONECTORES Y TERMINACIONES		
2.2.1	**CC - Suministro e instalación de conectores MC4 Macho** Suministro e instalación de conectores tipo MC4 macho, para la conexión de latiguillos de cable solar con los conectores existentes de los módulos fotovoltáicos y conexión con conectores existente de harness.	370,00	Uds.
2.2.2	**CC - Suministro e instalación de conectores MC4 Hembra** Suministro e instalación de conectores tipo MC4 hembra, para la conexión de latiguillos de cable solar con los conectores existentes de los módulos fotovoltáicos y conexión con conectores existente de harness.	370,00	Uds.
2.2.7	**CC - Suministro e instalación de terminales bimetálicos cobre-Aluminio de 400mm² 1,5kV**. Terminales bimetálicos para conexionado entre inversores y cuadros de agrupación	64,00	Uds.
2.2.18	**CA - Suministro e instalación de conectores apantallados y atornillables** para cable unipolar para tensión de hasta 36kV sección **240mm²** (Conexión a celdas de CT a CT o a Centro seccionamiento)	6,00	Uds.
2.2.23	**CA - Funda termorretractil. Suministro e instalación para terminales bimetálicos de 240mm²**	6,00	Uds
2.3	CABLE CC - BAJA TENSIÓN		
2.3.1	**CC - Cable Solar (6mm²) Suministro e instalación** de cable unipolar de 4mm² de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE 60228 e IEC 60228. Aislamiento de Goma libre de halógenos, Cubierta de Goma libre de halógenos y resistente a la radiación UV, incluido suministro y conectores solares multicontact. Marcado y etiquetado del cable. Material sobrante a vertedero con certificado Medio ambiental	26.092,16	ml
2.3.7	**CC - Cable de baja tensión Al XLPE 0,6/1,8kV DC(400mm²) Suministro e instalación** de conductor de aluminio clase 2 según UNE 60228 e IEC 60228. Aislamiento poliuretano reticulado (XLPE), Vaina exterior de PVC flexible resistente a rayos UV, incluido todo el material necesario para la instalacion, marcado y etiquetado del cable. Material sobrante a vertedero con certificado Medio ambiental, tendido directamente enterrado según planos y especificaciones de proyecto	21.949,71	ml
2.3.8	**TUBO CORRUGADO Ø63mm Suministro e instalación** para instalación de cable solar desde seguidor a combiner box, para instalación de cable de comunicaciones y SSAA en cruces con caminos	2.000,20	ml

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.4	**CABLE CA - MEDIA TENSIÓN**		
2.4.5	**CA - Cable de media tensión cable unipolar tipo RHZ1-2OL 18/30 kV. Al 240 mm².** incluido todo el material necesario para la instalacion, marcado y etiquetado del cable. Incluye también conformación a tresbolillo y colocación de cinturilla cada 1,5 metros. Material sobrante a vertedero con certificado Medio ambiental, tendido directamente enterrado según planos y especificaciones de proyecto	10.880,10	ml
2.4.8	**CA - Suministro y ejecución de empalmes unipolares** para cable 18/30 kV tipo RHZ1-2OL Al **240 mm²,** No se permiten empalmes en tramos inferiores a 1000 metros y siempre sujeto a la aprobación de la Dirección facultativa de Obra. Completamente instalado y conectado	3,00	ml
2.4.12	**TUBO CORRUGADO Ø160/200mmSuministro e instalación** para instalación de cable de aluminio de media tensión en cruces con caminos.	15,60	ml
2.5	**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**		
2.5.1	**Conductor cobre desnudo 35mm² Suministro e instalación** en red de tierras directamente enterrado según planos y especificaciones de proyecto. Incluye soldaduras aluminotérmicas o terminales de compresión.	6.480,55	ml
2.5.2	**Conductor cobre desnudo 50mm² Suministro e instalación** en red de tierras de media tensión, directamente enterrado según planos y especificaciones de proyecto. Incluye soldaduras aluminotérmicas o terminales de compresión.	3.989,37	ml
2.5.3	**Conductor cobre desnudo 95mm² Suministro e instalación** en red de tierras de la power station directamente enterrado según planos y especificaciones de proyecto. Incluye soldaduras aluminotérmicas o terminales de compresión.	42,35	ml
2.5.4	**Conductor cobre XLPE unipolar 16mm² Suministro e instalación**, con aislamiento y cubierta amarillo/verde a instalar desde el seguidor a la red de tierras. Incluye terminales de compresión bimetálicos.	333,00	ml
2.5.5	**Conductor cobre XLPE unipolar 16mm² Suministro e instalación**, con aislamiento y cubierta amarillo/verde a instalar en la puesta a tierra de las combiner boxes, incluye terminales de compresión bimetálicos.	48,00	ml
2.5.6	**Pica de Puesta a tierra, Suministro e instalación**. pica de PAT de acero encobrizado de 2 metros de longitud para red de tierras bajo la power starion (8 unidades por power station) se incluyen soldaduras aluminotérmicas y terminales de compresión.	8,00	Uds
2.5.7	**Suministro e instalación de arqueta de registro** prefabricada en red de tierras de la power station.	1,00	Uds
2.5.8	**PAT Báculos CCTV, Suministro e instalación** de picas de puesta a tierra de 2 metros de longitud de acero encobrizado y latiguillo de cable de cobre con aislamiento y cubierta de PVC 0,6/1,8kV de 16mm² . Incluye todos los accesorios de conexión.	21,00	Uds

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.6	**CABLEADO SSAA**		
2.6.1	**Suministro e instalación cable Cu XLPE 0.6/1kV AC 6mm²** desde cuadro de SSAA en Power station hasta cuadro de comunicaciones. Incluye todos los materiales necesarios para una completa instalación y etiquetado.	30,00	ml
2.6.3	**Suministro e instalación cable Cu XLPE 0.6/1kV AC 6mm²** desde cuadro de SSAA en Power station a NCU. Incluye todos los materiales necesarios para una completa instalación y etiquetado.	30,00	ml
2.6.5	**Suministro e instalación cable Cu XLPE 0.6/1kV AC 6mm²** desde cuadro de SSAA en Power station a estacion meteorológica. Incluye todos los materiales necesarios para una completa instalación y etiquetado.	30,00	ml
2.6.7	**Suministro e instalación cable Cu XLPE 0.6/1kV AC 6mm²** desde cuadro de comunicaciones a caja de conexión PT-100 y piranometro en el seguiodor. Incluye todos los materiales necesarios para una completa instalación y etiquetado.	300,00	ml
2.6.11	**Suministro e instalación cable Cu XLPE 0.6/1kV AC 6mm²** desde cuadro de SSAA a sistema CCTV (Alimentación de cámarás de vigilancia). Incluye todos los materiales necesarios para una completa instalación y etiquetado.	9.456,00	ml
2.6.13	**TUBO CORRUGADO Ø63mm Suministro e instalación** para la instalación del cable de SSAA	3.282,00	ml
2.7	**COMBINER BOXES**		
2.7.1	**Suministro e instalación de combiner box de 18 entradas** de sección Xmm² Aislamiento IP65 y Protección contra sobretensiones tipo I+II, monitorizada con comunicación por cable	32,00	Uds.
2.8	**INVERTER POWER STATION**		
2.8.1	**Suministro de Inverter power station de 7,203 MVA**, fabricante INGETEAM. En planta fotovoltaica (DDP) Incluye skid completo: inversores, transformador cuadros baja tension , celdas media tensión y todos los elementos para su completa instalación.	1,00	Uds.
2.8.4	**Instalación de inverter power station de 7,203 MVA**, Incluye descarga e instalación en cimentación de hormigón	1,00	Uds.

1.3. Mecánico

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
3	**MECÁNICO**		
3.1	**ESTRUCTURA DE SOPORTE DE MODULOS**		
3.1.1	**Suministro de seguidor fotovoltaico Marca Nextracker modelo NX Horizon de 60 modulos** en planta fotovoltaica (DDP). Totalmente completo. (Hincas, torque tubes, piezas de union, modulo de giro, panel fotovoltaico TCU etc….	148,00	Uds.
3.1.2	**Suministro de seguidor fotovoltaico Marca Nextracker modelo NX Horizon de 30 modulos** en planta fotovoltaica (DDP). Totalmente completo. (Hincas, torque tubes, piezas de union, modulo de giro, panel fotovoltaico TCU etc….	74,00	Uds.
3.1.3	**Instalación de seguidor fotovoltaico Marca Marca Nextracker modelo NX Horizon de 60 modulos**. Incluye la instalación completa, incluida la instalación de la NCU	148,00	Uds.
3.1.4	**Instalación de seguidor fotovoltaico Marca Marca Nextracker modelo NX Horizon de 30 modulos**. Incluye la instalación completa, incluida la instalación de la NCU	74,00	Uds.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.4. Instalaciones provisionales y zonas de acopio

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
4	INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONAS DE ACOPIO		
4.1	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO		
4.1.1	**Acondicionamiento del terreno.** Limpieza, desbroce y nivelación de la capa superior del terreno, incluye suministro, colocación y compactación de zahorra/grava como acabado superficial para el tránsito rodado.	1.848,00	m²
4.2	INSTALACIONES		
4.2.1	**Instalaciones.** Suministro e instalación de casetas de obra para oficinas del cliente y contratista, Suministro e instalación de casetas de obra para comedor y salas de reuniones según planos y especificaciones de proyecto. Suministro e instalación de todos los elementos necesarios para terminarlo completamente. mesas, sillas, estanterias, A/C, Internet, aseos, instalación eléctrica, suministro de agua etc.. según planos y especificaciones de proyecto. Incluye suministro e instalación de fosa séptica para tratamiento de aguas residuales.	1,00	Uds.

1.5. Sistema de seguridad (CCTV)

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
5	SISTEMA DE SEGURIDAD		
5.1	CAMARAS DE VIGILANCIA		
5.1.1	**Suministro e instalación de cámara térmica tipo 1** según planos y especificaciones de proyecto	21,00	Uds.
5.1.4	**Suministro e instalación de cámara domo** según planos y especificaciones de proyecto	3,00	Uds.
5.2	BÁCULOS		
5.2.1	**Suministro e instlación de báculo para cámara térmica** según planos y especificaciones técnicas de proyecto.	21,00	Uds.
5.2.2	**Suministro e instalación de báculo para cámara domo** según planos y especificaciones técnicas de proyecto.	3,00	Uds.
5.3	VARIOS		
5.3.1	Suministro e instalación de todos los elementos necesarios, tanto en el parque como en la sala de control para el completo funcionamiento del sistema de seguridad. Incluye Cuadros electricos, monitor de alta resolución, UPS para el centro de control, dsco duro, video analisis, cableado necesario, conectores, etc...	1,00	Uds.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.6. Sistema de monitorización y control

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
6	MONITORIZACIÓN Y CONTROL		
6,1	SCADA		
6.1.1	**Suministro e instalación de sistema de Scada completo según especificaciones de proyecto**	1,00	Uds.
6.2	PPC		
6.2.1	**Suministro e instalación completa del Power Plant Controller**	1,00	Uds.
6.3	CUADROS		
6.3.1	**Suministro e instalación de cuadro de comunicaciones** según especificaciones técnicas de proyecto	1,00	Uds.
6.3.2	**Suministro e instalación de cuadro de estación meteorológica** según especificaciones técnicas de proyecto	1,00	Uds.
6.4	CABLEADO		
6.4.1	**Suministro e instalación de fibra óptica monomodo de exterior** entre power stations, edificio multiusos y centro seccionamiento/subestación según planos y especificaciones técnicas de proyecto. Incluye tendido directamente enterrado en zanja, montaje, conexión y etiquetado, así como ensayos de reflectometría al final del tendido	3.297,00	ml
6.4.3	**Suministro e instalación de fibra óptica monomodo de exterior** en circuito CCTV según planos y especificaciones técnicas de proyecto. Incluye tendido directamente enterrado en zanja, montaje, conexión y etiquetado, así como ensayos de reflectometría al final del tendido	3.152,00	ml
6.4.4	**Suministro e instalación de cable ethernet CAT6 apantallado** entre NCU y cuadro de comunicaciones, (distancias menores de 70 metros) según planos y especificaciones técnicas de proyecto. Incluye tendido en tubo corrugado en zanja, montaje, conexión y etiquetado	10,00	ml
6.4.7	**Suministro e instalación de cable RS485** entre combiner boxes hasta cuadro de comunicaciones en la power station según planos y especificaciones técnicas del proyecto. Incluye tendido en tubo corrugado en zanja, montaje, conexión y etiquetado	9.977,14	ml
6.5	ESTACIÓN METEOROLÓGICA		
6.5.1	**Suministro e instalación de estación meteorológica** según planos y especificaciones técnicas de proyecto. Completamente terminada	1,00	Uds.
6.5.2	**Suministro e instalación de piranómetros en módulos**. Incluye suministro e instalacion de dos piranómetros por estación meteorológica en módulos de diferentes seguidores/estructuras, conexionado y etiquetado	2,00	Uds.
6.5.3	**Suministro e instalación de Sonda de Temperatura PT-100 en módulos**. Incluye suministro e instlaación de dos sondas PT-100 por estación meteorológica ubicadas en módulos de diferentes seguidores/estructuras, conexionado y etiquetado.	2,00	Uds.
6.5.4	**Suministro e instalación de par de células de suciedad en Power station**. Incluye conectores, conexionado y etiquetado.	1,00	Uds.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529. Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

1.7. Gestión de residuos

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
7	GESTIÓN DE RESIDUOS		
7.1	GESTIÓN DE RESIDUOS		
7.1.1	**Residuos peligrosos** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	0,04	Ton
7.1.2	**Hormigón** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	161,38	Ton
7.1.3	**Ladrillos, tejas, cerámicos** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	0,11	Ton
7.1.4	**Cartón** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	1,89	Ton
7.1.5	**Madera** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	21,25	Ton
7.1.6	**Plástico** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	1,47	Ton
7.1.7	**Metal** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	5,89	Ton
7.1.8	**Yeso** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	0,11	Ton
7.1.9	**Mezcla** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	0,11	Ton
7.1.10	**Especial** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	2,10	Ton
7.1.11	**Tierras limpias y materiales petreos** de acuerdo a estudio de gestión de residuos	1.722,43	Ton

1.8. Medio ambiente

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
8	MEDIO AMBIENTE		
8.1	MEDIDAS AMBIENTALES		
8.1.1	**Revegetación por hidrosiembra** de acuerdo a anejo medidas ambientales	18.920,00	m^2
8.1.2	**Arena de miga 1 m^3** de acuerdo a anejo medidas ambientales	3,00	Uds
8.1.3	**Hoteles de insectos** de acuerdo a anejo medidas ambientales	3,00	Uds
8.1.4	**Ud planta Plantación en alveolo forestal <250cm^3** de acuerdo a anejo medidas ambientales	18.766,16	m^2
8.1.5	**Señalización vallado** de acuerdo a anejo medidas ambientales	1.050,00	Uds
8.2	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
8.2.1	**Plan de Restauración**	1,00	Uds
8.2.2	**Plan de vigilancia:** Fase previa a obra	1,00	Uds
8.2.3	**Plan de vigilancia:** Fase de construcción	1,00	Uds
8.2.4	**Plan de vigilancia:** Fase de explotación	1,00	Uds
8.2.5	**Plan de vigilancia: F**ase de desmantelamiento	1,00	Uds

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO

1.9. Varios

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.
9	VARIOS		
9.1	REPUESTOS		
9.1.1	**Modulos fotovoltaicos**	22,00	Uds.
9.1.2	**Seguidor/estructura.** Incluye todos los repuestos suministrados por el fabricante, tales como torque tubes, correas, uniones, tornillería etc.	1,00	Uds.
9.1.3	**Power station.** Incluye todos los repuestos suministrados por el fabricante	1,00	Uds.
9.1.4	**Resto.** Incluye todos los repuestos de equipos no principales suministrados por el fabricante y que serán almacenados en la planta, tales como repuestos de cable, conectores, terminales etc..	1,00	Uds.
9.2	INGENIERÍA		
9.2.1	Realización de ingeniería de detalle y AS-BUILT para la construcción del proyecto.	1,00	Uds.
9.3	TOPOGRAFÍA		
9.3.1	Realización de topografía de detalle para la construcción del proyecto, según especificaciones técnicas	16,23	ha
9.4	GEOTÉCNIA		
9.4.1	Realización de estudio geotécnico de detalle para la construcción del proyecto, según especificaciones técnicas	16,23	ha
9.5	COMMISSIONING		
9.5.1	Realización del commissioning de la planta según indicaciones del fabricante. Incluye seguidor, power station y demás elementos de la planta que lo requieran	1,00	Uds.
9.6	CALIDAD		
9.6.1	Relización del control de calidad de la obra y de los equipos	1,00	Uds.
9.6.2.	**Limpieza** y mantenimiento módulos.	1,00	Uds.
9.6.3	**Prospección faunística** y nidificación, redacción del Plan de Vigilancia Ambiental, seguimiento ambiental de obra y redacción de informe mensual (x10) y final (x1)	1,00	Uds.
9.7	DIRECCIÓN DE OBRA, SEGUROS		
9.7.1	**Seguros** y Avales	1,00	Uds.
9.7.2	**Dirección** de obra	1,00	Uds.
9.8	SEGURIDAD		
9.8.1	**Seguridad** activa. Servicio de vigilancia y control de accesos durante la fase de ejecución del proyecto.	1,00	Uds.
9.9.	OTROS		
9.9.1	**Alquiler de vehículo**, todo terreno o 4x4, para Site Manager de la propiedad. Incluye mantenimiento, seguro y combustible	1,00	Uds.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2. Presupuesto

2.1. Obra civil

CAPÍTULO 1:	OBRA CIVIL	
1.1.-	MOVIMIENTO DE TIERRAS	48.828,90 €
1.2.-	VALLADO PERIMETRAL	29.121,34 €
1.3.-	VIALES	20.083,65 €
1.4.-	ZANJAS Y CANALIZACIONES	120.153,27 €
1.6.-	ARQUETAS	5.243,22 €
1.7.-	CIMENTACIONES	31.600,27 €
1.8.-	HIDROLOGÍA Y DRENAJES	5.490,25 €
1.9.-	EDIFICACIONES	157.790,49 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 1:	**418.311,39 €**

2.2. Eléctrico

CAPÍTULO 2:	ELÉCTRICO	
2.1.-	MODULOS FOTOVOTAICOS	1.505.112,45 €
2.2.-	CONECTORES Y TERMINACIONES	4.854,40 €
2.3.-	CABLE CC - BAJA TENSIÓN	132.171,09 €
2.4.-	CABLE CA - MEDIA TENSIÓN	118.465,87 €
2.5.-	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	43.863,43 €
2.6.-	CABLEADO SSAA	17.378,70 €
2.7.-	COMBINER BOXES	28.246,70 €
2.8.-	INVERTER POWER STATION	179.566,17 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 2:	**2.029.658,80 €**

2.3. Mecánico

CAPÍTULO 3:	MECÁNICO	
3.1.-	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE MODULOS	528.811,33 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 3:	**528.811,33 €**

2.4. Instalaciones provisionales y zonas de acopio

CAPÍTULO 4:	INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONAS DE ACOPIO	
4.1.-	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	4.109,04 €
4.2.-	INSTALACIONES	3.387,47 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 4:	**7.496,51 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.5. Sistema de seguridad (CCTV)

CAPÍTULO 5:	SISTEMA DE SEGURIDAD	
5.1.-	CAMARAS DE VIGILANCIA	25.868,92 €
5.2.-	BÁCULOS	26.773,77 €
5.3.-	VARIOS	4.374,35 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 5:	**57.017,04 €**

2.6. Sistema de monitorización y control

CAPÍTULO 6:	MONITORIZACIÓN Y CONTROL	
6.1.-	SCADA	96.180,81 €
6.2.-	PPC	29.723,17 €
6.3.-	CUADROS	3.056,37 €
6.4.-	CABLEADO	26.820,22 €
6.5.-	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	14.245,99 €
6.6.-	CONEXIONES	0,00 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 6:	**170.026,56 €**

2.7. Gestión de residuos

CAPÍTULO 7:	GESTIÓN DE RESIDUOS	
7.1.-	GESTIÓN DE RESIDUOS	17.412,23 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 7:	**17.412,23 €**

2.8. Medio ambiente

CAPÍTULO 8:	MEDIO AMBIENTE	
8.1.-	MEDIDAS AMBIENTALES	24.767,64 €
8.2.-	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	116.902,91 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 8:	**141.670,55 €**

2.9. Varios

CAPÍTULO 9:	VARIOS	
9.1.-	REPUESTOS	18.898,18 €
9.2.-	INGENIERÍA	45.845,50 €
9.3.-	TOPOGRAFÍA	310,03 €
9.4.-	GEOTÉCNIA	868,08 €
9.5.-	COMMISSIONING	91.691,01 €
9.6.-	CALIDAD	98.058,44 €
9.7.-	DIRECCIÓN DE OBRA, SEGUROS	205.552,18 €
9.8.-	SEGURIDAD	107.855,79 €
9.9.-	OTROS	11.461,38 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 9:	**580.540,59 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8802529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCIA GALIANO

2.10. Resumen

CAPÍTULO 1:	OBRA CIVIL		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 1:	418.311,39 €
CAPÍTULO 2:	ELÉCTRICO		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 2:	2.029.658,80 €
CAPÍTULO 3:	MECÁNICO		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 3:	528.811,33 €
CAPÍTULO 4:	INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONAS DE ACOPIO		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 4:	7.496,51 €
CAPÍTULO 5:	SISTEMA DE SEGURIDAD		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 5:	57.017,04 €
CAPÍTULO 6:	MONITORIZACIÓN Y CONTROL		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 6:	170.026,56 €
CAPÍTULO 7:	GESTIÓN DE RESIDUOS		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 7:	17.412,23 €
CAPÍTULO 8:	MEDIO AMBIENTE		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 8:	141.670,55 €
CAPÍTULO 9:	VARIOS		
		SUBTOTAL CAPÍTULO 9:	580.540,59 €
		TOTAL PEM	3.950.945,01 €

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202303893. Fecha Visado: 28/08/2023. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 880529.
Nº Colegiado: 18428. Colegiado: ALEJANDRO GARCÍA GALIANO