



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

COMUNIDAD GENERAL DE USUARIOS DEL CANAL IMPERIAL DE ARAGÓN



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)

- ABRIL 2024 -

LISTA DE REVISIONES

Revisión.	Descripción	Fecha
00	Edición original	02/04/2024

CONTENIDO

Documento nº 1. Memoria y Anejos

Memoria

Anejos a la memoria

- Anejo nº 1. Principales características
- Anejo nº 2. Cálculos de producción
- Anejo nº 3. Cálculos eléctricos
- Anejo nº 4. Características equipos a instalar
- Anejo nº 5. Estudio de seguridad y salud
- Anejo nº 6. Estudio de gestión de residuos
- Anejo nº 7. Planificación de la obra
- Anejo nº 8. Justificación de precios
- Anejo nº 9. Relación de parcelas afectadas
- Anejo nº 10. Documentación administrativa

Documento nº 2. Planos

Documento nº 3. Pliego de condiciones

Documento nº 4. Presupuesto

- Mediciones
- Cuadro de precios nº 1
- Cuadro de precios nº 2
- Presupuesto
- Resumen del presupuesto

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	3
2.	OBJETO.....	5
3.	PETICIONARIO.....	6
4.	CARACTERÍSTICAS DE LA HIBRIDACIÓN.....	7
5.	PUNTO DE CONEXIÓN	8
6.	NORMATIVA	9
7.	ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	13
8.	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	17
9.	SERVIDUMBRES Y AFECCIONES.....	19
10.	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	20
10.1	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	21
10.2	ESTRUCTURA SOPORTE.....	22
10.3	CAJAS DE CONEXIONES.....	23
10.4	INVERSORES	23
10.5	COMUNICACIÓN ENTRE INVERSORES Y SCADA DE CONTROL	24
10.6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	25
10.7	PROTECCIONES	27
10.8	PUESTA A TIERRA	27
10.9	INSTALACIONES AUXILIARES.....	28
10.10	ESTACIÓN METEREOLÓGICA.....	30
10.11	MONITORIZACIÓN Y SCADA	31
10.12	CERRAMIENTO PERIMETRAL.....	34
10.13	ZANJAS	34
11.	OBRA CIVIL	36
11.1	DESBROCE, EXPLANACIÓN Y NIVELACIÓN DEL TERRENO	36
11.2	CAMINOS DE ACCESO Y VIALES INTERNOS.....	36
11.3	DRENAJES	37
12.	EDIFICIO DE CENTRALIZACIÓN Y CONTROL	38
12.1	OBRA CIVIL DEL EDIFICIO DE CENTRALIZACIÓN Y CONTROL	38
12.2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	39
13.	LÍNEA DE BAJA TENSIÓN	46
13.1	CABLES	46

13.2	CANALIZACIONES	47
13.3	CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS	47
13.4	PROTECCIONES	48
13.5	MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.....	48
14.	MODIFICACIONES EN INSTALACIONES EXISTENTES	49
14.1	MODIFICACIONES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE JALÓN	49
14.2	MODIFICACIONES EN EL SISTEMA DE CONTROL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE JALÓN	53
15.	CONSIDERACIONES AMBIENTALES	54
16.	PLAZO DE EJECUCIÓN	56
17.	RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.....	57
18.	PRESUPUESTO	58
18.1	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	58
18.2	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS SITUADAS EN TERRENOS DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO	58
19.	DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PRESENTE PROYECTO.....	59
20.	CONCLUSIONES.....	60

1. ANTECEDENTES

El modelo energético actual, basado en el uso de combustibles fósiles, es el principal causante de emisiones contaminantes que están acelerando el cambio climático. Por esta razón, es necesaria la búsqueda de fuentes alternativas de energía que sean sostenibles y respeten el medio ambiente. Las energías renovables son fuentes imprescindibles para combatir el cambio climático y limitar sus efectos.

En los últimos años la energía fotovoltaica ha experimentado un constante desarrollo y mejora técnica, consiguiendo así una gran eficiencia. Además, los precios asociados a este tipo de energía han evolucionado a la baja de forma sostenida, lo que ha reducido notablemente sus costes. De esta forma se están convirtiendo en tecnologías plenamente competitivas y muy atractivas en relación con las convencionales.

Por otro lado, el Real Decreto 1183/2020 de 29 de diciembre, además de establecer los criterios y procedimientos para obtener los permisos de acceso y conexión a la red de transporte de energía eléctrica, permite el acceso a la misma de instalaciones que generen energía eléctrica a partir de dos o más fuentes (al menos una de ellas de carácter renovable), siempre que se comparta el mismo punto de conexión. Es lo que se conoce como generación de energía eléctrica por hibridación. Por lo tanto, es posible añadir una segunda tecnología de generación en una instalación ya existente, manteniendo el punto de conexión y la capacidad de acceso concedida.

En el kilómetro 56,3 de la margen izquierda del Canal Imperial de Aragón se encuentra situada la Central Hidroeléctrica de Jalón. Consta de un único grupo con turbina Kaplan con una potencia instalada de 0,88 MW, un salto aproximado de 16,4 m y un caudal de 5 m³/s. Cuenta con una subestación transformadora que eleva la tensión de 0,69 kV de generación a los 15 kV necesarios para su evacuación a la red de distribución. Dicha evacuación se efectúa a través de una línea subterránea hasta el apoyo 5E1 de la Línea de 15 kV Alagón_2 donde se realiza una conversión aéreo-subterráneo. A partir de este punto se continua en aéreo hasta la Subestación Transformadora de Figueruelas 15/45 kV.

La Comunidad General de Usuarios del Canal Imperial de Aragón es propietaria de esta infraestructura y se encarga de su explotación para la producción de energía eléctrica. Actualmente está promoviendo la construcción de la Planta Fotovoltaica Hibridación CH Jalón

para aprovechar la capacidad de evacuación del punto de conexión de la propia central hidroeléctrica de Jalón.

Para ello, en primer lugar, se solicitó al gestor de red, en este caso EDISTRIBUCION REDES DIGITALES S.L., su pronunciamiento acerca de si la instalación sigue siendo la misma a efectos de permisos de acceso y conexión para la hibridación de la nueva planta fotovoltaica con la Central Hidroeléctrica de Jalón. Con fecha 20 de abril de 2023 se recibió dicho pronunciamiento en sentido afirmativo.

Posteriormente, se realizó el depósito de la garantía económica en la Caja de Depósitos del Gobierno de Aragón y se presentó a la Dirección General de Energía y Minas el resguardo acreditativo de haber constituido la garantía económica para la tramitación del procedimiento de acceso y conexión de una instalación de generación de electricidad, solicitando el pronunciamiento sobre su adecuada constitución. Con fecha 5 de octubre de 2023 se recibió la confirmación favorable.

Con esta documentación y el *Anteproyecto de la Planta Fotovoltaica Hibridación CH Jalón* se solicitó a EDISTRIBUCIÓN la actualización del permiso de acceso y conexión de la Central Hidroeléctrica de Jalón para incluir la nueva planta fotovoltaica. Con fecha 9 de febrero 2024 se recibió la Carta de Contestación con las Condiciones Técnico Económicas que fueron aceptadas por la Comunidad General de Usuarios del Canal Imperial de Aragón.

2. OBJETO

El objeto de esta memoria técnica es el establecimiento y definición de los datos técnicos para la construcción de una central de producción eléctrica mediante tecnología fotovoltaica a instalar en el término municipal de Alagón (Zaragoza), estableciendo una instalación híbrida de generación junto a la Central Hidroeléctrica de Jalón, en la que se utilizará el permiso de acceso y conexión ya concedido, no siendo necesario modificar la capacidad de evacuación del mismo.

La tipología de la planta será de estructura fija anclada al suelo, con una potencia nominal de 0,555 MW y una potencia instalada pico de 0,726 MWp.

También, dentro de este documento se fijarán y precisarán las características técnicas de la línea subterránea de Baja Tensión para la unión con la Central Hidroeléctrica de Jalón y las modificaciones necesarias para la conexión en las barras de 0,69 kV de dicha central.

La planta fotovoltaica estará ubicada en la parcela 15 del polígono 11 del término municipal de Alagón (Zaragoza). El punto de conexión se sitúa en el interior de la Central Hidroeléctrica de Jalón. Para realizar esta conexión se instalará una línea subterránea de evacuación de Baja Tensión finalizando en el interior del edificio de la Central.

La Central Hidroeléctrica de Jalón se encuentra conectada a la red en la Subestación Transformadora de Figueruelas 15/45 kV. Según lo dispuesto en el Real Decreto 1183/2020, es posible añadir una segunda tecnología en una instalación existente con el fin de maximizar la generación. Es lo que se conoce como hibridación de generación de energía eléctrica. En esta situación, en la que no se solicita una ampliación de la capacidad de evacuación, no será posible en ningún caso superar la potencia de inyección a red que tenía adjudicada la instalación original. Se aprovechará la infraestructura existente para la evacuación de la energía producida en la planta solar fotovoltaica cuando la fuente original (central hidroeléctrica) no esté disponible, es decir, cuando no haya caudal suficiente de turbinación.

El presente documento servirá de base para la tramitación de la Autorización Administrativa Previa y de Construcción.



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



Pág. 6 de 60

3. PETICIONARIO

El titular y a la vez promotor de la Planta Fotovoltaica Hibridación CH Jalón es la COMUNIDAD GENERAL DE USUARIOS DEL CANAL IMPERIAL DE ARAGÓN, organismo dedicado al suministro de agua para las poblaciones, industrias y el regadío y también a la explotación de los saltos hidroeléctricos situados en el recorrido del Canal Imperial para la producción de energía eléctrica.

Empresa: COMUNIDAD GENERAL DE USUARIOS DEL CANAL IMPERIAL DE ARAGÓN

CIF: G50153600

Domicilio: Parque de los Incrédulos 2, 50.009, Zaragoza

Representante y persona de contacto: Luis Miguel Vicente López

4. CARACTERÍSTICAS DE LA HIBRIDACIÓN

Se pretende realizar una hibridación utilizando el permiso de acceso y conexión ya concedido y sin modificar la capacidad de evacuación del mismo.

Las características de la hibridación son las siguientes:

TECNOLOGÍA EXISTENTE:

- Central hidroeléctrica.
- Potencia instalada: 880 kW
- Capacidad de evacuación ya concedida: 880 kW.
- Clasificación según el artículo 2 del RD 413/2014:
 - Categoría b) Instalaciones que utilizan como energía primaria alguna de las energías renovables no fósiles.
 - Grupo b.4. Centrales hidroeléctricas cuya potencia instalada no sea superior a 10 MW.
 - Subgrupo b.4.2. Centrales hidroeléctricas que hayan sido construidas en infraestructuras existentes (presas, canales o conducciones) o dedicadas a otros usos distintos al hidroeléctrico.

TECNOLOGÍA A INSTALAR:

- Planta fotovoltaica.
- Potencia a instalar: 555 kW nominales.
- Clasificación según el artículo 2 del RD 413/2014:
 - Categoría b) Instalaciones que utilizan como energía primaria alguna de las energías renovables no fósiles.
 - Grupo b.1. Instalaciones que utilizan como energía primaria la energía solar.
 - Subgrupo b.1.1. Instalaciones que únicamente utilizan la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica.

5. PUNTO DE CONEXIÓN

La planta fotovoltaica Hibridación CH Jalón se conectará a la barra de 0,69 kV de la Central Hidroeléctrica de Jalón, por lo que el punto de conexión a la red será el mismo que el de la propia Central, es decir, el apoyo 5E1 de la Línea de Media Tensión Alagón_2 de 15 kV de la SET de Figueruelas, situado en las coordenadas UTM ETRS89:

X: 656.521,75

Y: 4.624.033,44

6. NORMATIVA

Para la elaboración de la presente memoria se ha tenido en cuenta la siguiente normativa, ordenada por disciplinas:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.
- Resolución de 9 de enero de 2020, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-BT-02 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto
- 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 01a 09.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema 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.
- Resolución de 1 de febrero de 2018, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se aprueba el procedimiento de operación 12.2 "Instalaciones conectadas a la red de transporte y equipo generador: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad" de los sistemas eléctricos no peninsulares
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Especificaciones técnicas específicas, normas y recomendaciones de la compañía eléctrica distribuidora.
- Norma técnica de la supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el reglamento UE 2016/631.

OBRA CIVIL:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.

SEGURIDAD Y SALUD:

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- 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 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 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 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 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.
- 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 dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las obras".
- 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, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- 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.

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

MEDIOAMBIENTE:

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

7. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

La potencia máxima producida por la Central Hidroeléctrica de Jalón oscila entre los 0,500 MW y los 0,550 MW.

Esta potencia máxima se alcanza fundamentalmente en invierno cuando existen excedentes de agua, mientras que en verano, la potencia producida desciende ya que se turbinan únicamente el caudal necesario para cubrir la demanda de riego.

Como la producción de energía solar es máxima durante la campaña de riego, el régimen de explotación de esta central hidroeléctrica favorece la instalación de un parque fotovoltaico de una potencia nominal elevada, sin que la producción total exceda la capacidad de evacuación del punto de conexión.

En cualquier caso, se pretende dotar a la central de un sistema de regulación que limite su potencia en caso de que la producción solar sea tal que, entre los dos sistemas de generación, se alcance la potencia máxima del punto de evacuación. De este modo se ahorrará un caudal de agua que puede ser aprovechado para otros usos.

Para el cálculo de la energía total producida, en primer lugar, se calculan los datos de generación de energía solar horaria a lo largo del año, considerando una potencia nominal de 0,555 MW, con la instalación de 0,726 MWp de placa fotovoltaica. Estos datos permiten obtener la generación solar horaria promedio en un día tipo de cada mes del año.

En segundo lugar, se analizan los datos disponibles de generación hidroeléctrica, con el objetivo de obtener igualmente la producción horaria en un día tipo de cada mes del año. En el caso de la energía hidroeléctrica generada hay que tener en cuenta que el Canal Imperial se corta para mantenimiento dos veces al año, una en Febrero y otra los primeros días de Noviembre hasta principios de Diciembre, así que en estos tres meses se consideran dos días tipo desde el punto de vista de la generación, uno con el canal cortado y otro con el canal en servicio.

Por tanto, los días tipo que se analizan son:

- 1 día tipo de ENERO
- 1 día tipo de FEBRERO (con corte de canal)
- 1 día tipo de FEBRERO (sin corte de canal)

- 1 día tipo de MARZO
- 1 día tipo de ABRIL
- 1 día tipo de MAYO
- 1 día tipo de JUNIO
- 1 día tipo de JULIO
- 1 día tipo de AGOSTO
- 1 día tipo de SEPTIEMBRE
- 1 día tipo de OCTUBRE
- 1 día tipo de NOVIEMBRE (con corte de canal)
- 1 día tipo de NOVIEMBRE (sin corte de canal)
- 1 día tipo de DICIEMBRE (con corte de canal)
- 1 día tipo de DICIEMBRE (sin corte de canal)

Para cada uno de estos días tipo se obtiene, de forma horaria, la producción solar, la producción hidráulica y la suma de ambas.

En caso de superar la capacidad máxima de evacuación del punto de conexión, se limita la energía hidroeléctrica con el objetivo de ahorrar agua y se calcula el exceso de energía para poder descontarlo a la hora de obtener los ingresos netos generados por el parque fotovoltaico.

En el *Anejo nº 2. Cálculos de producción* se incluyen los resultados detallados de los cálculos de producción horaria para cada día tipo.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la energía generada por cada una de las tecnologías y la suma de ambas:

	Energía Solar	Energía Hidráulica	Energía Total
1 día tipo de ENERO	1.729 kWh	12.676 kWh	14.405 kWh
1 día tipo de FEBRERO (con corte de canal)	2.504 kWh	0 kWh	2.504 kWh
1 día tipo de FEBRERO (sin corte de canal)	2.504 kWh	11.993 kWh	14.497 kWh
1 día tipo de MARZO	3.077 kWh	11.875 kWh	14.952 kWh
1 día tipo de ABRIL	3.546 kWh	10.108 kWh	13.654 kWh
1 día tipo de MAYO	3.868 kWh	6.669 kWh	10.537 kWh
1 día tipo de JUNIO	4.152 kWh	7.169 kWh	11.320 kWh
1 día tipo de JULIO	4.227 kWh	6.636 kWh	10.863 kWh
1 día tipo de AGOSTO	3.990 kWh	6.454 kWh	10.445 kWh
1 día tipo de SEPTIEMBRE	3.431 kWh	9.927 kWh	13.358 kWh
1 día tipo de OCTUBRE	2.519 kWh	10.326 kWh	12.845 kWh
1 día tipo de NOVIEMBRE (con corte de canal)	1.908 kWh	0 kWh	1.908 kWh
1 día tipo de NOVIEMBRE (sin corte de canal)	1.908 kWh	11.086 kWh	12.994 kWh
1 día tipo de DICIEMBRE (con corte de canal)	1.503 kWh	0 kWh	1.503 kWh
1 día tipo de DICIEMBRE (sin corte de canal)	1.503 kWh	12.945 kWh	14.448 kWh

Con estos datos se obtiene la producción mensual y el total anual, tal y como se indica en la siguiente tabla:

	Energía Solar	Energía Hidráulica	Energía Total
ENERO	53.592 kWh	392.970 kWh	446.562 kWh
FEBRERO	70.122 kWh	119.926 kWh	190.047 kWh
MARZO	95.387 kWh	368.129 kWh	463.516 kWh
ABRIL	106.388 kWh	303.239 kWh	409.627 kWh
MAYO	119.907 kWh	206.737 kWh	326.644 kWh
JUNIO	124.547 kWh	215.067 kWh	339.614 kWh
JULIO	131.052 kWh	205.713 kWh	336.765 kWh
AGOSTO	123.701 kWh	200.088 kWh	323.789 kWh
SEPTIEMBRE	102.936 kWh	297.808 kWh	400.744 kWh
OCTUBRE	78.076 kWh	320.112 kWh	398.188 kWh
NOVIEMBRE	57.254 kWh	66.515 kWh	123.770 kWh
DICIEMBRE	46.599 kWh	362.464 kWh	409.063 kWh
TOTAL ANUAL	1.109.562 kWh	3.058.768 kWh	4.168.330 kWh

EXCESO DE ENERGÍA HIDRÁULICA	5.961 kWh	0,54%
ENERGÍA SOLAR NETA	1.103.601 kWh	99,46%

Dado que en este caso se supera la capacidad máxima del punto de conexión, se produce un exceso de energía hidráulica que debe descontarse de la producción solar para obtener los ingresos netos.

Como se puede observar en las tablas anteriores, para una instalación fotovoltaica de 0,555 MW de potencia nominal se obtiene una producción promedio anual de 1.109.562 kWh, el exceso de energía hidráulica es de 5.961 kWh y por tanto la producción solar neta es de **1.103.601 kWh**.

Considerando el precio medio de la energía antes de impuestos durante las horas de máxima producción fotovoltaica en 49,55 €/MWh, se pueden estimar unos ingresos promedio por la venta de la energía solar de **54.683,43 €** anuales.

8. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

El terreno donde se instalará la planta de generación de energía fotovoltaica se encuentra en el término municipal de Alagón (Zaragoza). Este municipio se sitúa en la cabecera de Ribera Alta del Ebro, a 235 m.s.n.m. a unos 25 km al noroeste de la ciudad de Zaragoza.

Concretamente se situará en la parcela 15 del polígono 11 de dicho término municipal, según la referencia catastral. La superficie ocupada será de 1,01 ha. Las coordenadas geográficas UTM-ETRS89 que delimitan el polígono donde se construirá la planta son las siguientes:

	Coordenadas UTM ETRS89	
	X	Y
Punto 1	656.089,5770	4.623.858,8994
Punto 2	656.126,1450	4.623.858,8994
Punto 3	656.242,4373	4.623.930,2394
Punto 4	656.249,4410	4.623.943,2160
Punto 5	656.207,3770	4.624.005,1874
Punto 6	656.188,8399	4.624.005,1874

En la figura 1 se representa una vista aérea del emplazamiento:

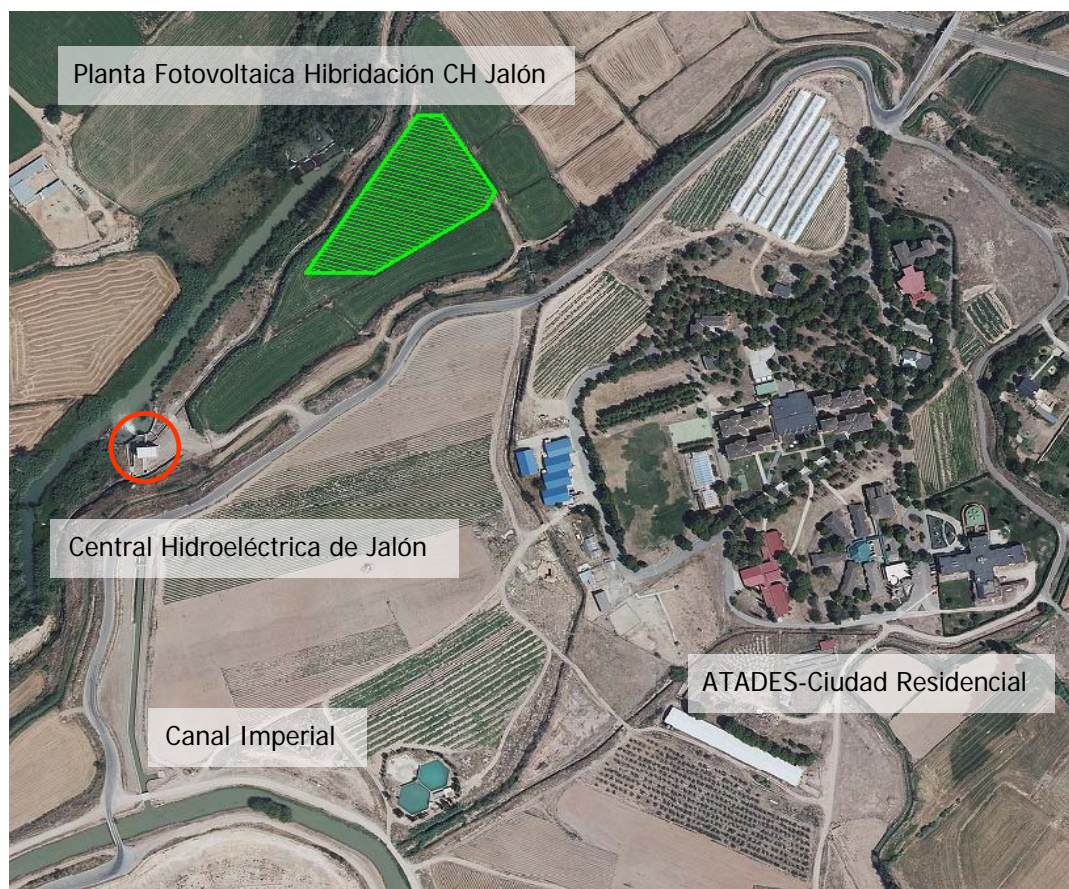


Figura 1: Vista aérea implantación de PFV.

El acceso hasta las instalaciones se realizará por la autovía A-68 hasta el municipio de Alagón y a partir de ésta, a través de caminos rurales que dan acceso a la parcela considerada.

La planta fotovoltaica se sitúa próxima a la Central de Jalón, por lo que se conectará a las barras de 0,69 kV de esta instalación y, por lo tanto, se aprovechará su infraestructura de evacuación de energía eléctrica.

9. SERVIDUMBRES Y AFECCIONES

La Planta Fotovoltaica Hibridación C.H. Jalón y las infraestructuras necesarias para su montaje, mantenimiento y explotación, contempladas en el presente proyecto, afectan a los siguientes bienes de la administración pública en el término municipal de Alagón (Zaragoza):

- Confederación Hidrográfica de Ebro (Zona de Policía del Río Jalón)

A efectos de afectaciones y servidumbres, el emplazamiento presenta las siguientes características:

- Zona de policía: De acuerdo con lo establecido en la Ley de Aguas, la Zona de Policía del cauce de un río está constituida por una franja lateral de 100 m de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce. La parcela donde se va a instalar la planta fotovoltaica se encuentra en la Zona de Policía del Río Jalón. Por lo que se solicitó autorización previa a la Confederación Hidrográfica de Ebro para la construcción de esta instalación.

Con fecha 25 de octubre de 2023 se recibió la autorización de la Confederación Hidrográfica de Ebro para la construcción de la planta fotovoltaica en la parcela 15 del polígono 11 del término municipal de Alagón (Zaragoza), sita en Zona de Policía de la margen derecha del Río Jalón.

Esta autorización se adjunta en el *Anejo nº 10. Documentación administrativa*.

- Medioambiente: La parcela no se encuentra dentro de las zonas incluidas en Red Natura 2000 (ZEPA o LIC).

10. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Los principales elementos que conforman el sistema fotovoltaico son:

- Generador fotovoltaico: compuesto de módulos fotovoltaicos encargados de recoger y transformar la energía de la radiación solar en electricidad, de elementos de sujeción y de soportes a tierra.
- Conexiones: compuesto de cableado y cajas de regulación y conexión.
- Inversores: encargados de realizar la transformación de la energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna.
- Edificio de centralización y control: compuesto por el armario centralizador de inversores, el transformador de aislamiento y los armarios de protección y control del sistema fotovoltaico.

La planta solar fotovoltaica estará compuesta por un total de 1.320 módulos fotovoltaicos de 550 Wp cada uno, montados mayoritariamente sobre estructura fija 2Vx20 (estructura fija de 2 filas de módulos en vertical, que podrán albergar dos series de 20 módulos fotovoltaicos). Para casos puntuales se utilizará otra configuración de 2Vx15, 2Vx11, 2Vx9 y 2Vx5 para ajustarse mejor a la geometría de la parcela.

Estos módulos, encargados de la generación de energía eléctrica en corriente continua, se conectarán en series (string) de 20 unidades cada una, las cuales irán directamente conectadas al inversor.

Se dispondrá de 3 inversores de 185 kW con una tensión de salida de 800 Vca instalados en el parque fotovoltaico. Estos equipos serán los encargados de transformar la corriente continua generada en los módulos fotovoltaicos en corriente alterna trifásica, adaptándola a las condiciones de frecuencia de la red.

Desde la salida de cada inversor se tenderá una línea subterránea de baja tensión. Estas líneas se recogerán en el armario centralizador de inversores ubicado en el interior del edificio de centralización y control. Se instalará un transformador de aislamiento, que además permitirá adaptar la tensión de generación de la planta solar fotovoltaica (800 Vca) a la tensión de funcionamiento nominal del generador hidroeléctrico (690 Vca) y se tenderá una línea subterránea de 690 Vca hasta el edificio de la Central Hidroeléctrica, donde se conectará al lado de baja tensión del transformador de potencia instalado en su interior.

10.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Se emplearán módulos fotovoltaicos de 144 células de silicio monocristalino modelo Jinko Solar Tiger Pro JKM550M-72HL4-V cuyas características se describen a continuación.

Características eléctricas:

Potencia nominal (P_{max})	550 W
Tensión en circuito abierto (V_{oc})	49,52 Vdc
Tensión en el punto P_{max} (V_{mp})	40,80 Vdc
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	13,94 A
Corriente en el punto P_{max} (I_{mp})	13,36 A
Eficiencia	21,13 %
Tensión máxima del sistema	1.500 Vdc
Tolerancia de potencia nominal (W)	0~+16
Valores máximos recomendados de los fusibles	25 A
Resistencia al fuego	UL Type 1
Rango de temperaturas	-40°C~+85°C
Condiciones de los test STC:	
Radiación	1.000W/m ² espectro AM 1,5
Temperatura modular	25 °C

Propiedades mecánicas:

Tipo de célula	Monocristalina
Células	144
Dimensiones del módulo	2274x1134x35 mm
Peso	28,9 kg
Caja de conexiones	IP68 – 3 diodos

Rendimiento temperatura:

Coeficiente de temperatura P_{max}	-0,350 %/°C
Coeficiente de temperatura V_{oc}	-0,280 %/°C

Coeficiente de temperatura I_{sc} 0,048 %/°C

Temperatura estándar Condiciones normales 45±2 °C

El módulo cuenta con diodos *by-pass* para evitar problemas por sombreado parcial. Se encuentran conectados en paralelo con grupos de células fotovoltaicas en serie para forzar la corriente a circular por el diodo en caso de célula sombreada, con lo que se minimiza el recalentamiento del módulo y la pérdida de corriente de la matriz.

La ficha técnica proporcionada por el fabricante se incluye como documento anexo a la memoria.

10.2 ESTRUCTURA SOPORTE

Los módulos irán soportados en estructura fija metálica biposte. Estos postes estarán hincados directamente al terreno si el geotécnico y los resultados de la prueba de hincado son favorables. El hincado se realizará según las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico y de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Existirá una configuración mayoritaria para la estructura fotovoltaica de tipo 2Vx20, es decir, una estructura fija de 2 filas de módulos en vertical, de 20 módulos cada una, pensada para albergar hasta 2 series de 20 módulos fotovoltaicos. Para casos puntuales se utilizarán configuraciones de 2Vx15, 2Vx11, 2Vx9 y 2Vx5 para ajustarse mejor a la geometría de la parcela

El diseño de este soporte deberá facilitar la operación con los módulos fotovoltaicos, como son el montaje, el mantenimiento y desmantelamiento o la sustitución de los mismos.

La estructura será metálica de acero inoxidable o galvanizado para prevenir y evitar oxidación, con una altura al suelo de 400 mm, y una profundidad de hincado de 1.200 mm como mínimo. La inclinación de la estructura será de 20°.

La estructura estará diseñada para resistir las fuerzas producidas por viento, nieve y terremotos, a la vez que las fuerzas del propio peso de la estructura, y por consiguiente será capaz de soportar situaciones meteorológicas adversas durante periodos de tiempo prolongados.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Las filas de las estructuras se dispondrán de forma que se minimicen las sombras entre los módulos, pero optimizando el aprovechamiento del terreno. Se asegura de esta manera el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente para la latitud del emplazamiento, minimizando, asimismo, el impacto visual.

10.3 CAJAS DE CONEXIONES

El inversor cuenta con 12 MPPT de dos canales cada uno con sus correspondientes protecciones de CC, por lo que no necesita fusibles a la entrada. Adicionalmente cuenta con un seccionador de salida para poder aislar el inversor en caso de que sea necesario.

Por estos motivos no se requieren cajas de conexiones, ni en la entrada de continua, ni en la salida de alterna.

10.4 INVERSORES

Los inversores son los encargados de transformar la energía eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos en corriente continua a corriente alterna. En esta instalación se utilizarán inversores ABB modelo PVS-175-TL de 185 kW, 1.500 Vcc.

Sus principales características son:

Entrada (CC)

Tensión de entrada máxima	1.500 Vcc
Rango de tensión MPPT/tensión asignada de entrada	525 V a 1.500 V/1.110 Vcc
Corriente de entrada máx./Corriente de cortocircuito máx.....	12 x 22 A/12 x 30 A
Número de seguidores del MPPT independientes	12
Número de entradas	2 por MPPT

Salida (CA)

Potencia asignada a tensión nominal	185.000 W
Potencia máxima aparente de CA.....	185.000 VA
Tensión nominal de CA	800 Vca
Frecuencia de red de CA/rango.....	50 Hz/45 Hz a 55 Hz

Frecuencia de red asignada	50 Hz
Corriente máxima de salida	134 A
Factor de potencia a potencia asignada/factor de desfase ajustable	>0,995/0...1 inductivo/capacitivo
Armónicos (THD)	< 3 %
Fases de inyección/conexión de CA	3/3-PE

Rendimiento

Rendimiento máximo/rendimiento europeo	98,7 %/98,4 %
----------------------------------------------	---------------

Dispositivos de protección

Protección de entrada: Seccionador de circuito con detección de arco en CC, protección contra polaridad inversa, protección contra sobretensión de entrada mediante descargador de sobretensión sustituible, control de aislamiento de generador fotovoltaico (resistencia de aislamiento), monitorización de corriente residual (protección contra corrientes de fuga), interruptor de desconexión de carga de CC para cada MPPT.

Protección de salida: Protección contra formación de islas, protección de sobreintensidad de CA, protección contra sobretensiones de salida, seccionador de corte a la salida.

10.5 COMUNICACIÓN ENTRE INVERSORES Y SCADA DE CONTROL

La comunicación entre los inversores y el SCADA de control de la planta fotovoltaica se realizará mediante un enlace vía radio punto a multipunto, constituido por una estación base de radio situada en el edificio de control y un cliente de radio junto a cada uno de los inversores, conectado al mismo mediante cable FTP de Cat.5e.

Todos los equipos contarán con protectores frente a sobretensiones para redes Ethernet en intemperie.

10.6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10.6.1. CABLEADO

La instalación eléctrica se llevará a cabo según la normativa vigente, y en todo momento su diseño tratará de disminuir las pérdidas de generación al mínimo recomendable. Se instalarán todos los elementos de seccionamiento y protección necesarios.

La instalación eléctrica en BT consta fundamentalmente de los siguientes circuitos:

- Circuitos de CC: desde strings a inversores.
- Circuitos en CA: desde inversores al armario de centralización de inversores.

10.6.1.1. CIRCUITOS DE CC

Las uniones serie de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de Clase II.

Para el tramo comprendido entre las distintas strings de módulos y las entradas de strings del inversor se instalará un cable especial para servicio solar con una sección no inferior a 6 mm² de cobre estañado clase V con aislamiento y cubierta de elastómero termoestable libre de halógenos con designación H1Z2Z2-K.

Este tipo de cables son específicos para instalaciones solares fotovoltaicas, especialmente diseñados para soportar las condiciones ambientales y electromecánicas de esta aplicación, no propagador de llama, libre de halógenos y baja opacidad de humos emitidos durante incendio.

Las conexiones se realizarán en aéreo, ya sea por bandeja tendida por la propia estructura fija o bien mediante bridas sujetas a la misma estructura hasta llegar a la caja correspondiente. En caso de tener que cruzar pasillos entre estructuras fijas dicho cable irá enterrado siempre bajo tubo.

Las strings se cablearán a partir de los cables de los mismos módulos, sujetos con bridas cuando sea necesario al marco del módulo o bien a los perfiles de la estructura fija metálica. Se cablearán las strings de modo que el polo positivo y negativo queden dispuestos de un mismo lado de la estructura fija siempre que sea posible.

En estos circuitos, en los cables se identificarán cada polo durante el tendido mediante una cinta de PVC de diferentes colores alrededor del cable, tanto en el inicio y final del tendido como en los empalmes y arquetas intermedias.

10.6.1.2. CIRCUITOS DE CA

Para el tramo comprendido entre cada equipo inversor y el armario de centralización de inversores se instalará un cable $3 \times (1 \times 240 \text{ mm}^2)$ de aluminio con un aislamiento en XLPE 0.6/1kV y con cubierta de compuesto libre de halógenos con designación XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2)kV AC. La interconexión entre el armario de centralización y los transformadores se realizará con cables unipolares. La caída de tensión de referencia no será superior al 1,5%.

Los cables desde los inversores hasta el armario de centralización de inversores discurrirán directamente enterrados desde la ubicación del inversor hasta el propio armario.

De la misma forma, los cables se identificarán cada polo durante el tendido mediante una cinta de PVC de diferentes colores alrededor del cable, tanto en el inicio y final del tendido como en los empalmes y arquetas intermedias mediante la codificación indicada para los cables tripolares.

10.6.2. ENTUBADO

El tramo de red subterránea discurrirá por el interior de la parcela objeto del proyecto. Los cables de corriente continua se colocarán entubados bajo tubo de polietileno de 50 mm de diámetro de doble capa. Se colocarán arquetas en los extremos de los cambios de dirección que, coincidirán en las proximidades de los inversores.

Los tubos se instalarán en cama de arena y se cubrirán también con arena para su protección. Sobre esta capa de arena se instalará una banda de protección con placas de material plástico, sobre la cual se procederá a realizar el relleno del resto de la excavación con material seleccionado de la propia excavación, quitando los escombros y piedras.

Este relleno se compactará por tongadas y se incluirá una banda de señalización plástica de presencia de cables eléctricos conforme a los planos.

10.7 PROTECCIONES

Será necesario asegurar la protección contra contactos directos e indirectos, sobrecarga y sobretensiones.

Para evitar los contactos directos se deberá utilizar cajas debidamente protegidas, que no permitan acceso a su interior por personal no preparado y el cableado será de doble aislamiento. Los inversores contarán con un sistema de detección de fallo de aislamiento el cual avisará ante este tipo de falta y bloqueará el funcionamiento del inversor llevándolo a posición segura ante estas situaciones.

En la parte de corriente continua, el inversor dispone interruptores de desconexión de carga de CC para cada cuatro MPPT. Con ello se impide que este subgrupo pase a trabajar en ningún momento como carga y llegue a soportar corrientes inversas superiores a su propia corriente de cortocircuito.

En los circuitos de C.A. para evitar las sobrecargas se instalarán interruptores magnetotérmicos.

Toda la aparamenta eléctrica destinada a proteger la instalación de sobrecargas y sobretensiones tendrá el nivel de tensión y amperaje adecuado, especialmente la instalada en el circuito CC la cual estará diseñada para soportar los 1500 Vdc de tensión máxima.

10.8 PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra limitará la tensión que con respecto a tierra pueda presentarse en un momento dado en las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y evitando así que la seguridad de las personas o equipos no se ponga en peligro tanto en condiciones normales como de falta.

La red de tierras de las instalaciones fotovoltaicas será independiente de la tierra del neutro del transformador de aislamiento, así como de la de protección del edificio de centralización y control.

El sistema de electrodos de tierra tendrá la forma de una red con conductores enterrados horizontalmente, complementado por una serie de picas de tierra verticales, conectadas a la malla.

Los conductores de puesta a tierra serán de tipo concéntrico circular, de una aleación de cobre recocido de 50 mm² de sección y discurrirán siguiendo el trazado de las zanjas de corriente continua. A este hilo se conectarán, en diferentes puntos y mediante cable desnudo de las mismas características indicadas, las estructuras soportes de los módulos, así como todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación.

Se realizarán unos anillos a base de cable trenzado de Cu de 25 mm² desnudo para ir conectando a él todas las estructuras metálicas (estructuras soporte, carcasas de cuadros, bandejas porta cables, etc.)

Las picas serán de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m y la separación entre cada pica será de 3 m. En cualquier punto donde exista instalación eléctrica por mínima que sea se dispondrá su correspondiente red de tierras.

Las uniones entre conductores desnudos enterrados se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. Las uniones con elementos exteriores, armaduras y picas se realizarán mediante abarcones, conectores o grapas de puesta a tierra de características adecuadas.

10.9 INSTALACIONES AUXILIARES

10.9.1. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA

Tanto por la importancia de los bienes de que constará la planta, como por la seguridad de las personas, es necesario implantar un sistema de seguridad en la instalación.

Se desarrollará un proyecto específico de seguridad para proteger la instalación de la planta. Principalmente, el sistema de seguridad consistirá en una protección perimetral a lo largo de toda la valla de cerramiento, y de protección volumétrica en el interior del edificio de centralización y control.

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

El sistema de seguridad será instalado y mantenido por una empresa homologada de seguridad.

Como complemento al cerramiento perimetral se plantea la videovigilancia del perímetro exterior con cámaras fijas de imagen térmica FLIR de la serie FC o equivalentes. Para complementar la capacidad de detección de las cámaras térmicas se instalarán cámaras tipo domo con zoom antivandálicas para exterior, instaladas en columnas. Estas cámaras estarán apoyadas por iluminación infrarroja y serán de tipo IP POE. De esta forma, cuando una cámara térmica detecte algún elemento extraño, la cámara DOMO se orientará hacia la zona de intrusión para proporcionar una imagen más clara y cercana para identificación de la persona y/o vehículo.

Estas cámaras formarán un Circuito Cerrado de Televisión (CCTV). Para ello se unirán en forma de anillo mediante cable 100BaseTx, FTP de categoría 5e de exterior terminando en un monolito de centralización de comunicaciones instalado a la entrada del parque fotovoltaico. El cableado discurrirá por una zanja perimetral en paralelo a su circuito de alimentación de CA.

Este monolito se unirá con el Edificio de centralización y control y la Central Hidroeléctrica mediante fibra óptica multimodo de 8 fibras. De esta forma se podrá recoger en la sala de control, ubicada en el Edificio de centralización y control, los datos fundamentales de la Central Hidroeléctrica y recibir todos los canales del CCTV. En esta sala se instalará también un rack de CCTV, que albergue el grabador de una capacidad de almacenaje mínima de 30 días en full HD. El sistema de gestión CCTV se basará en una plataforma web, con acceso de manera remota.

10.9.2. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

El sistema de iluminación perimetral de la planta consistirá básicamente en dos subsistemas, iluminación estándar y sorpresiva. La primera proveerá la iluminación necesaria en condiciones normales de operación de la planta, mientras que la sorpresiva se activará en condiciones de vigilancia y seguridad.

Ambos sistemas estarán alimentados y controlados desde la sala de control del edificio de centralización y control.

La iluminación estándar estará formada principalmente por el conjunto de báculos, luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección necesario para conseguir una iluminación mínima de 5 lux.

La iluminación sorpresiva estará formada principalmente por el conjunto de báculos, luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección necesario para conseguir una iluminación mínima de 15 lux.

10.9.3. INSTALACIÓN DE COMUNICACIONES

Los inversores se comunicarán con la sala de control de la planta con conexión Ethernet vía inalámbrica. Para ello se contará con una antena principal en el edificio de control y varias antenas repartidas por la planta fotovoltaica a las que se conectarán los inversores por conexión cableada convencional.

En paralelo a los conductores de generación, se tenderá una línea general de alimentación procedente del cuadro de distribución de alumbrado y fuerza para dar suministro en 230 Vca a las antenas de campo.

En cada punto de antena se dispondrá un pequeño cuadro para realizar la derivación de la línea de alimentación y las respectivas protecciones eléctricas contra sobrecargas y sobretensiones. En esa misma caja se instalará la fuente de alimentación POE de la antena, de la que saldrá, asimismo, la señal Ethernet cableada que será llevada al inversor.

Este cuadro tendrá una conexión a tierra que estará unida a la red de puesta a tierra del parque fotovoltaico para la correcta actuación de las protecciones contra contactos indirectos y los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS).

Los cables de comunicaciones que conectarán la unidad POE y la antena y el inversor serán de tipo FTP Cat. 5, con cubierta libre de halógenos y baja emisión de humos preparada para instalación en intemperie.

10.10 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Se realizará la instalación de una estación meteorológica para monitorización de datos climáticos y que cumpla las características recomendadas de la *IEC 61724-1:2021 Rendimiento del sistema fotovoltaico. Parte 1: Monitorización, para un sistema de monitorización de Clase B*. Contará los siguientes elementos:

- Dos piranómetros para medición de irradiación GHI (Global Horizontal Irradiance) y POA (Plane of Array), de tipo termopila espectralmente plano de Clase B según ISO 9020:2018. Con rango de medida de 0 a 1500 W/m², una resolución de ≤ 1 /m² y sensibilidad entre 350 nm a 1500 nm, con una precisión mínima $\pm 5\%$, temperatura de operación -25 a 60 °C. Tiempo de respuesta ≤ 10 s. Altura de instalación, aprox. 1,5 m del suelo. Con tornillos y burbuja de nivelación.

- Dos sensores de temperatura de módulo fotovoltaico, con rango de medida de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, una precisión $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ o superior, y resolución de $\leq 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, sensor tipo PT100 o PT1000, con adhesivo incluido.
- Un sensor de temperatura ambiental, alojado en el interior de un escudo solar ventilado, con rango de medida de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, una precisión $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ o superior, y resolución de $\leq 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, sensor tipo PT100 o PT1000.
- Anemómetro y veleta, preferiblemente de tecnología ultrasónica. Velocidad del viento: rango $0\text{--}60\text{ m/s}$, resolución: $0,1\text{ m/s}$, precisión: $v \leq 10\text{ m/s} : \pm 0,2\text{ m/s} / v > 10\text{ m/s} : \pm 2\%$, velocidad umbral $0,1\text{ m/s}$. Dirección del viento: rango $0\text{--}360^{\circ}$, resolución 1° , precisión $\pm 3^{\circ}$.
- Sensor de precipitación (opcional) tipo radar. Rango de medición $0\text{--}100\text{ mm/h}$, precisión 10% , resolución $0,1\text{ mm}$.

La estación estará instalada sobre un mástil anclado al suelo y se encontrará conectado a la red de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica.

10.11 MONITORIZACIÓN Y SCADA

El sistema de monitorización y control permitirá visualizar, supervisar y gestionar la planta en tiempo real. La supervisión se podrá realizar tanto localmente desde el equipo servidor en la sala de control de la planta, así como en remoto vía internet.

Se monitorizarán los siguientes elementos para controlar el funcionamiento de la planta:

- Inversores
- Contadores de Compañía Eléctrica
- Cuadros de monitorización de String
- Estación meteorológica (Temperatura ambiente, Temperatura de panel, Irradiación solar, Velocidad de Viento)

En cada uno de estos elementos o equipos existirá una RTU, para recoger las señales de los mismos. Se dispondrá de todos los elementos necesarios para la comunicación e integración de las señales proporcionadas por los equipos de campo en el sistema de control. Para ello estos

equipos contarán con switches Ethernet, convertidores de medio, repartidores de fibra óptica y pasarelas de comunicación para conversión de protocolos, principalmente modbus, al ser el protocolo más extendido en la industria FV. De esta forma se enlazará con el sistema SCADA local de la planta el cual permitirá visualizar el estado de la planta en tiempo real, supervisar y operar la planta y la gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de la misma.

10.11.1. SISTEMA SCADA

Se instalará un sistema de SCADA en la sala de control el cual permitirá la monitorización y control de la planta en tiempo real, tanto en modo local y como remoto vía internet, de modo que se tendrá acceso a todas las señales y parámetros principales de los equipos de la planta.

El SCADA comunicará con los equipos del Sistema de Generación y proporcionará información suficiente para una sencilla supervisión, permitiendo al operador controlar en todo momento el estado de la planta en tiempo real, así como ser informado de cualquier alarma que pueda aparecer permitiendo una rápida actuación que evite la parada de equipos y la correspondiente pérdida de producción.

El SCADA residirá en un servidor industrial instalado en la sala de control de planta, en este caso concreto, dado el tamaño de la misma.

Este mismo servidor se empleará para el intercambio de información con compañía eléctrica y con el operador del sistema.

El SCADA dispondrá de una interface para supervisar y actuar sobre los equipos, basado en pantallas jerárquicas con vistas desde la más general de la planta completa hasta el detalle de cada equipo concreto.

Las pantallas permitirán incluir indicadores, elementos activos, estados, alarmas, gráficas de tendencia predeterminada, imágenes, etc.

El SCADA permitirá el acceso remoto desde fuera de planta, así como la supervisión mediante dispositivos móviles.

Entre las funciones básicas de estas herramientas, cabe destacar las siguientes:

- Control de producción y rendimiento de la planta

- Monitorización en tiempo real
- Interfaz gráfica (HMI)
- Gestión de alarmas configurable
- Gestión de históricos. Almacenamiento de información histórica
- Informes de producción
- Gráficos de producción y visualización de históricos
- Configuración remota de los dispositivos de planta

10.11.2. POWER PLANT CONTROLLER

El Power Plant Controller (PPC) es un sistema de control que permite gestionar la potencia activa y reactiva de la planta fotovoltaica. EL PPC recibe a través de la subestación mediante interfaz Modbus TCP o localmente desde el SCADA de la planta las consignas del operador de red y adapta el funcionamiento de los inversores a dicha consigna.

El PPC permite cumplir con el código de red mediante el control de los siguientes parámetros de producción de la planta:

- Control de potencia activa absoluta
- Control de frecuencia
- Control de potencia reactiva
- Control de factor de potencia
- Control de tensión
- Control de rampa (Potencia activa y reactiva, si se requiere)

10.12 CERRAMIENTO PERIMETRAL

La superficie utilizada para la instalación de los módulos fotovoltaicos quedará vallada en todo su perímetro. Además, siempre que sea posible, la valla quedará separada de los elementos de la planta por una distancia mínima de tres metros (3 m) para permitir el paso de un vehículo y realizar labores de mantenimiento.

El cerramiento perimetral del complejo se realizará mediante malla de tipo cinegético, permitiendo el paso de pequeños mamíferos por el inferior del vallado.

El cerramiento de malla estará tendido entre postes, que están unidos entre sí por tres alambres horizontales que sostienen la malla. Estos postes están separados unos 3 m entre sí anclados al suelo mediante zapatas de hormigón en masa, en las que se embebe el perfil metálico que conforma el poste. Cada cierto número de postes se sitúa un centro tensor con elementos inclinados y anclados que da estabilidad al conjunto y mantiene la malla tensada. En los ángulos y extremos también se refuerzan con elementos inclinados y unidos a los postes para dar estabilidad a esta zona de concentración de esfuerzos.

El vallado dispondrá en su parte inferior de pequeñas aberturas que harán el cerramiento permeable al paso de pequeños animales.

El acceso de vehículos a la instalación fotovoltaica se realizará a través de un portón con 5 m de ancho, suficiente para permitir la entrada y salida de camiones de alto tonelaje. El portón de acceso de vehículos estará formado por 2 hojas batientes de 2,5 m cada una, y una altura de 2 m sobre el nivel del suelo, con bastidores en perfiles de acero galvanizado y mallazo galvanizado, para otorgarle una buena terminación y gran durabilidad.

10.13 ZANJAS

Para realizar el tendido del cableado de BT y de comunicaciones se precisa de la realización de zanjás en el interior de la planta.

Las zanjás se realizarán con una profundidad de 1 m y una anchura de entre 0,6 y 0,8 m, dependiendo de la cantidad de cables que se vayan a instalar en la misma.

El cable de tierra se dispondrá directamente sobre el fondo, posteriormente se rellenará con un lecho de arena de 6 cm de espesor y sobre éste se dispondrán los circuitos directamente enterrados o entubados, según criterios de diseño.

Finalmente se rellenará por completo la zanja con tierra de excavación seleccionada y una cinta de señalización con la indicación "Peligro cables eléctricos".

Se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento del esfuerzo de tracción. En cruces de caminos transitados por vehículos pesados los circuitos de BT irán entubados y hormigonados.

Para los circuitos que se encuentren instalados bajo tubo, en los cambios importantes de dirección se colocarán arquetas para facilitar el tendido del cable.

11. OBRA CIVIL

La obra civil del proyecto tiene por objeto facilitar las condiciones necesarias para la realización de la planta fotovoltaica, así como dotar de las instalaciones para su funcionamiento. Comprende varios aspectos entre los que destacan:

- Desbroce, explanación y nivelación del terreno
- Caminos de acceso y viales internos para acceso a equipos
- Drenajes para zona de actuación

11.1 DESBROCE, EXPLANACIÓN Y NIVELACIÓN DEL TERRENO

En primer lugar, se realizará un desbroce de 30 cm de profundidad para eliminar la cubierta vegetal, cuya tierra se extenderá por la zona de la parcela no utilizada para la construcción de la planta fotovoltaica. Después se realizará una nivelación del terreno para todas aquellas pendientes que superen el 15%, compensando la tierra de desmonte para el terraplén.

En aquellas zonas puntuales en que se supere la pendiente máxima aceptada por la estructura por oquedades puntuales, no será necesario realizar una nivelación de toda la superficie que ocupa el mismo, sino solo eliminar las zonas donde se supera la pendiente máxima. Con esto se equilibrará el movimiento de tierras sin generar un exceso a vertedero.

En caso de que existan sobrantes, y dependiendo de la calidad de la tierra extraída, se aprovechará en forma de terreno compactado para la ejecución de viales, así como para repartirlo por la parcela y mejorar la nivelación de ésta. La tierra extraída que no se pueda aprovechar por su mala calidad o por ser sobrante, irá destinada a vertedero.

11.2 CAMINOS DE ACCESO Y VIALES INTERNOS

El acceso a la planta fotovoltaica se llevará a cabo por carreteras y caminos existentes. Estos caminos están siendo utilizados actualmente por maquinaria agrícola, por lo que cuentan con las dimensiones adecuadas para el tránsito de la maquinaria necesaria para la ejecución de la obra. Si fuese necesario, se acondicionarán y prepararán los caminos para que estos soporten el tráfico

que sobre ellos hubiese para los accesos de la maquinaria encargada de la construcción y operación a la planta fotovoltaica.

Dentro de la planta fotovoltaica se diseñarán una serie de caminos cuya función es permitir el correcto acceso a las distintas zonas de la instalación garantizando seguridad, estabilidad y correcta circulación de los vehículos.

Se dispondrá de una red de viales interiores con una anchura de rodamiento de 3 m aproximadamente. Su sección estará compuesta por una sub-base de material seleccionado procedente de la nivelación de la parcela y una capa de zahorra natural procedente de préstamo, ambas compactadas al 95% de proctor modificado.

11.3 DRENAJES

Con el fin de solucionar la evacuación de las aguas pluviales del interior de la implantación de la planta se diseñará una red de drenaje interior.

Esta red consistirá en el diseño de cunetas junto a los caminos de manera que desagüen hacia el punto de vertido más próximo cada cierto tiempo, evitando que de esta forma se sobredimensionen estas cunetas.

Las cunetas serán revestidas cuando sea necesario, adoptándose un revestimiento mínimo de hormigón cuando la pendiente de las mismas sea muy pronunciada ($>3\%$) o cuando sea inferior al $0,5\%$; se empleará una zona de encachado de vertido en los puntos de entrega a los cursos de agua existentes.

Los cruces de las cunetas con los caminos se ejecutarán con pequeños vados de poca pendiente que recogerán el agua de las cunetas. Se proyectan “playas de grava” a ambos lados de los vados, así como en aquellas zonas en las que la recogida de agua pudiera producir una acumulación excesiva de la misma, provocando la erosión del terreno.

12. EDIFICIO DE CENTRALIZACIÓN Y CONTROL

Se instalará un edificio de centralización y control con el fin de concentrar la energía generada por los módulos fotovoltaicos instalados en la Planta Fotovoltaica Hibridación CH Jalón.

En el interior del edificio se instalará el armario centralizador de inversores, el transformador de aislamiento y el resto de los equipos necesarios para el control y la monitorización de la planta. La evacuación de la energía generada será subterránea mediante una línea de BT con una tensión de servicio de 690 V y una frecuencia de 50 Hz.

12.1 OBRA CIVIL DEL EDIFICIO DE CENTRALIZACIÓN Y CONTROL

El armario de centralización y control, el transformador de aislamiento y el resto de los equipos se alojarán en un edificio prefabricado de hormigón de dimensiones aproximadas 7,50 m de largo por 3,750 m de fondo por 3,30 m de alto a cota +0,20 m respecto del vial interno de la parcela. Se accederá a él libremente desde este vial. El emplazamiento elegido, a la entrada de la parcela del parque fotovoltaico, permitirá el tendido de los conductores nuevos por las canalizaciones a construir.

El edificio prefabricado se apoyará sobre una losa de hormigón previamente ejecutada en obra. Las acciones a realizar para ello serán las siguientes:

- Excavación de un hueco en suelo de aproximadamente 1 m de profundidad para asentamiento del conjunto.
- Elaboración y montaje de la ferralla para la losa de hormigón.
- Realización de solera hormigonada.

El edificio será prefabricado de hormigón. Consta de una envolvente de hormigón, de estructura panelable, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde los cuadros de BT y el transformador de aislamiento hasta los dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

Los paneles que conforman la envolvente de estos centros son de hormigón armado vibrado con aislamiento intermedio. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión con otros módulos prefabricados y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal, posterior y laterales se sitúan los orificios de paso para los cables de BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

Sobre la losa de hormigón de apoyo o suelo y a una altura de unos 500 mm se sitúa el sobresuelo, que se sustenta en una serie de apoyos sobre el suelo y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas de acceso de los armarios eléctricos (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas.

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el edificio de centralización y control y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

12.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

12.2.1. CUADROS ELÉCTRICOS

Para el control y la protección de la parte de generación, así como del transformador de aislamiento se instalarán los siguientes cuadros:

- Cuadro de agrupación de inversores.
- Cuadro de protección del transformador de aislamiento.

Estos cuadros deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 60439-1 y deberán tener las siguientes características nominales:

Tensión nominal: 800 V
Tensión nominal de aislamiento: 1.000 V
Frecuencia nominal: 50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial durante un minuto: 2.500 V
Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1 seg.: 10 kA
Valor de cresta de la intensidad momentánea admisible nominal: 20 kA

12.2.1.1. CUADRO DE AGRUPACIÓN DE INVERSORES

Para la agrupación de los inversores se instalará un cuadro de Baja Tensión, cuya función será recibir los circuitos individuales de cada inversor y agruparlos para su salida primero hacia el transformador de aislamiento y posteriormente hacia el transformador MT/BT.

El cuadro dispondrá de los siguientes elementos:

- 1 x Interruptor automático motorizado 3P 630 A / 800 Vca (regulado a 0,8 de su valor nominal), con bobina de cierre y disparo y con relé diferencial ajustable de 0,3-1 A y transformador toroidal.
- 1 x Seccionador 3P 630 A / 800 Vca.
- 3 x Interruptores automáticos 3P 200 A / 800 Vca para las salidas a cada grupo inversor.
- Protección de sobretensiones a la salida.
- Embarrado de cobre.
- Bornas de llegada y salida.

12.2.1.2. CUADRO DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO

Se instalará un cuadro de Baja Tensión para la protección de la salida del transformador de aislamiento hacia el transformador de la subestación elevadora de la Central Hidroeléctrica de Jalón 0,69/15 kV. El cuadro dispondrá de los siguientes elementos:

- 1 x Interruptor automático motorizado 3P 630 A / 690 Vca (regulado a 0,9 de su valor nominal), con bobina de cierre y disparo y con relé diferencial ajustable de 0,3-1 A y transformador toroidal.
- 1 x Seccionador 3P 630 A / 690 Vca.
- 1 x juego de transformadores de medida de tensión:

Número..... 3

Relación de transformación..... $690:\sqrt{3} / 110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3} \text{ V}$

Potencias y clases de precisión:

Devanado 1..... 25 VA, 0,2

Devanado 2..... 10 VA, cl.3P

- 1 x juego de transformadores de medida de intensidad:

Número..... 3

Relación de transformación..... $600 / 5 - 5 \text{ A}$

Potencias y clases de precisión:

Devanado 1..... 15 VA, cl.0,2s

Devanado 2..... 30 VA, 5P10

- Protecciones de sobretensiones.
- Analizador de redes.
- Embarrado de cobre.
- Bornas de llegada y salida.

12.2.2. TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO

En el interior del edificio de centralización y control se instalará un transformador trifásico para el aislamiento de las dos instalaciones generadoras, que contará con las siguientes características:

Tipo	Trifásico, seco
Servicio	Continuo, Interior
Potencia nominal AN	630 kVA
Tensión primaria	800 V
Regulación primario	+5%, +2.5%, -2.5%, -5%
Tensión secundaria	690 V
Grupo de conexión	YNd11
Frecuencia	50 Hz
Temperatura ambiente (Máx./Mín.)	45 °C / -25 °C
Clase de aislamiento	F (155°C)
Altitud	250 m.s.n.m.
Niveles de aislamiento (primario/secundario)	3,6/3,6 kV
Tensión dieléctrica (frecuencia industrial)	10 kV
Normas de construcción	CEI: 60076-11

Dispondrá de envolvente metálica con grado de protección IP-23 y, en cada uno de los devanados, de sondas PT100 para la protección térmica mediante centralita de temperatura.

12.2.2.1. CONEXIÓN EN EL LADO PRIMARIO

La conexión del cuadro de agrupación de inversores con el primario del transformador de aislamiento se realizará mediante cables de Baja Tensión con las siguientes características:

Designación	XZ1 0,6/1 kV 1x240 Al
Tensión nominal	0,6/1kV
Numero de circuitos	2
Tipo de distribución	3F

Material conductor Aluminio
Aislamiento X, Polietileno reticulado
Cubierta..... Z1, Poliolefina termoplástica libre de halógenos

12.2.2.2. CONEXIÓN EN EL LADO SECUNDARIO

La conexión del secundario del transformador de aislamiento con el cuadro de protección del mismo se realizará mediante cables de Baja Tensión con las siguientes características:

Designación XZ1 0,6/1 kV 1x240 Al
Tensión nominal 0,6/1kV
Numero de circuitos 2
Tipo de distribución 3F
Material conductor Aluminio
Aislamiento X, Polietileno reticulado
Cubierta..... Z1, Poliolefina termoplástica libre de halógenos

12.2.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión del cuadro de centralización de inversores.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica, de clase de precisión 0,2s para la energía activa y clase 0,5 para la energía reactiva, con medida:
 - Activa: Bidireccional
 - Reactiva: Dos cuadrantes
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contador. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.

- Módem para comunicación remota.
- Regleta de verificación.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

12.2.4. PUESTA A TIERRA

La red de tierras del edificio de centralización y control será independiente de la red de tierras de protección del parque fotovoltaico.

Por lo tanto, se dispondrá de una tierra de protección a la que se conectarán los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

El electrodo del sistema de tierras de protección estará formado por una malla enterrada de cable de cobre de 95 mm². Los conductores se tenderán en el terreno formando un rectángulo con unas dimensiones exteriores aproximadas de 10 x 6 m. El electrodo se complementará con la instalación de 4 picas en cada uno de los extremos de la malla. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. Se conectarán, mediante soldadura aluminotérmica los elementos que deban ponerse a tierra y las tierras de protección interior.

El neutro del transformador de aislamiento y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida se conectarán a la tierra de protección.

Las tierras interiores de protección del edificio de centralización y protección tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores. Ésta se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra estos elementos e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP-54.

12.2.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS

12.2.5.1. ALUMBRADO

En el edificio de centralización y control se instalará un cuadro de distribución de alumbrado y fuerza, desde el que se distribuirá al propio edificio.

En el interior del edificio se instalarán 4 luminarias estancas de 60W/9000lm de tecnología LED y en su exterior 2 proyectores 30W/2700lm, para montaje intemperie incluyendo un interruptor crepuscular.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también en el edificio de 2 puntos de luz de emergencia de carácter autónomo que señalarán los accesos.

También se instalará en el edificio 2 cajas para tomas de corriente de fuerza mural IP 67 con una base de empotrar IP 44 3P+T 32A 400Vca, 2 bases de empotrar tipo schuko IP 44 2P+TT 16A 230Vca, con protecciones magnetotérmicas 3P 25A curva C y 2P 16A curva C bajo tapa transparente de material plástico con protección UV. Además, se incluirán 2 bases Ethernet Cat. 6, que podrán estar incluidas en la caja mural anterior, o en una caja independiente.

12.2.5.2. PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

12.2.5.3. VENTILACIÓN

La ventilación del edificio de centralización y control se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

13. LÍNEA DE BAJA TENSION

Desde el edificio de centralización y control de la planta fotovoltaica se tenderá una línea subterránea de Baja Tensión de 0,69 kV, que llevará la energía eléctrica generada en la planta solar fotovoltaica hacia el punto de evacuación y acceso a la red en la subestación elevadora de la Central Hidroeléctrica de Jalón 0,69/15 kV.

En su recorrido, la línea discurrirá por la parcela de la planta solar fotovoltaica y por la parcela de la Central Hidroeléctrica, finalizando en el interior del edificio de la central. Dicha línea subterránea tendrá una longitud aproximada de 100 m.

A continuación, se describen las principales características.

13.1 CABLES

La línea subterránea de Baja Tensión que conecta la planta fotovoltaica Hibridación CH Jalón con el transformador elevador de la subestación de la Central Hidroeléctrica de Jalón estará formada por 3x(3x1) conductores de aluminio de 300 mm². Estos conductores serán unipolares de aluminio del tipo XZ1 0,6/1kV, con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos.

Designación	XZ1 0,6/1 kV 1x300 Al
Tensión nominal	0,6/1kV
Numero de circuitos.....	3
Tipo de distribución	3F
Disposición de los conductores	Subterránea
Material conductor	Aluminio
Aislamiento	X, Polietileno reticulado
Cubierta.....	Z1, Poliolefina termoplástica libre de halógenos

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo la NRZ002, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

Las piezas de conexión se ajustarán a la NNZ036.

13.2 CANALIZACIONES

Se construirá una nueva canalización en la que se tenderán, enterrados directamente en el terreno, los cables de la línea de baja tensión para la conexión con el transformador elevador de la subestación de la Central Hidroeléctrica de Jalón y así evacuar la energía eléctrica generada en la planta solar fotovoltaica. Se realizará de tal forma que de forma que la parte superior del cable más próximo a la superficie no sea menor de 0,8 m en tierra o 1,0 m en calzada.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones respetando los radios de curvatura indicados por el fabricante de los cables.

Sobre la proyección en planta de los cables se instalarán placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

13.3 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

En el recorrido de la línea de evacuación de energía eléctrica de la planta fotovoltaica hasta el punto de conexión a la subestación elevadora de la Central Hidroeléctrica de Jalón 0,69/15 kV se producen cruces con los viales de acceso a la Central Hidroeléctrica por lo que se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones.

13.3.1. CRUZAMIENTO CON CALLES, CAMINOS Y CARRETERAS

En los cruces de calzadas, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas para canalizaciones entubadas. Se utilizarán tubos de polietileno de doble pared (interior lisa y

exterior corrugada), de 160 mm de diámetro nominal en este tramo del tendido y deberán estar hormigonados en toda su longitud.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial. Será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

13.4 PROTECCIONES

Los cables se protegerán mediante interruptores automáticos asociados a relés de protección que estarán colocados en las cabeceras de las líneas que alimentan a los cables subterráneos, con objeto de garantizar la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de la línea.

13.5 MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Sobre la proyección en planta de los cables se instalarán placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

14. MODIFICACIONES EN INSTALACIONES EXISTENTES

Para conectar la nueva instalación fotovoltaica a la Central Hidroeléctrica de Jalón, es necesario realizar una serie de modificaciones en las instalaciones existentes, que se pueden agrupar en dos tipos.

Por un lado, las modificaciones a realizar en el sistema de 0,69 kV de la Central Hidroeléctrica de Jalón, que incluye la instalación de un nuevo cuadro para la protección de la línea subterránea de llegada del parque fotovoltaico, la conexión de esta línea al lado de baja tensión del transformador de la subestación elevadora de la Central Hidroeléctrica de Jalón 0,69/15 kV, la instalación de unos transformadores de protección de intensidad toroidales para la protección de este lado del transformador, la instalación de un nuevo cuadro de contadores para la medida de la energía generada por la Central Hidroeléctrica y la adaptación de los cuadros existentes de distribución de SS.AA. y de protección de línea de 15 kV.

Por otro lado, las modificaciones necesarias en el sistema de control de la turbina para limitar su potencia en caso necesario, con el objetivo de evitar superar la máxima capacidad de evacuación del punto de conexión a la red.

14.1 MODIFICACIONES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE JALÓN

14.1.1. CUADRO DE LLEGADA A CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Para la protección de la línea subterránea de llegada del parque fotovoltaico e instalará un cuadro de BT. Será de tipo mural y se ubicará al lado de la entrada de la central junto con el equipamiento de MT.

Este cuadro deberá estar diseñado de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 60439-1 y deberá tener las siguientes características nominales:

Tensión nominal: 690 V
Tensión nominal de aislamiento: 1.000 V
Frecuencia nominal: 50 Hz

Tensión soportada a frecuencia industrial durante un minuto: 2.500 V

Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1 seg.: 10 kA

Valor de cresta de la intensidad momentánea admisible nominal: 20 kA

El cuadro dispondrá de los siguientes elementos:

- 1 x Interruptor automático motorizado 3P 630A / 690 Vca (regulado a 0,9 de su valor nominal), con bobina de cierre y disparo y con relé diferencial ajustable de 0,3-1A y transformador toroidal.
- 1 x Seccionador 3P 630 A / 690 Vca.
- Protecciones de sobretensiones.
- Bornas de llegada y salida.

14.1.2. CONEXIÓN CON EL TRANSFORMADOR ELEVADOR (LADO 0,69 kV)

El cuadro de llegada a la Central Hidroeléctrica se conectará al lado de BT del transformador elevador de 0,69/15 kV mediante 1x(3x1) conductores de cobre de 300 mm².

Estos conductores se tenderán en bandejas perforadas y serán unipolares de cobre electrolítico del tipo RV-K 0,6/1kV, con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de Policloruro de vinilo (PVC).

DesignaciónRV-K 0,6/1kV 1x300 Cu
 Tensión nominal 0,6/1kV
 Numero de circuitos 1
 Tipo de distribución 3F
 Material conductor Cobre
 AislamientoR, Polietileno reticulado
 Cubierta..... V, Policloruro de vinilo (PVC)

14.1.3. TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD LLEGADA GENERACIÓN HIDRÁULICA

Para poder realizar la función de protección de sobrecarga y cortocircuito del secundario del transformador elevador se deberá instalar en la línea de conexión para la evacuación de la energía generada en la Central Hidroeléctrica un transformador de intensidad.

Las características del transformador de intensidad a instalar se describen a continuación.

Número	3
Tipo.....	Toroidal
Relación de transformación.....	1.000/5-5 A
Potencias y clases de precisión	
Devanado 1	10 VA, 0,2s
Devanado 2	15 VA, 5P30

14.1.4. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión del cuadro de protección del generador.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica, de clase de precisión 0,2s para la energía activa y clase 0,5 para la energía reactiva, con medida:
 - Activa: Bidireccional
 - Reactiva: Dos cuadrantes
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contador. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Módem para comunicación remota.
- Regleta de verificación.

- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

14.1.5. MODIFICACIÓN DE CUADROS ELÉCTRICOS

Comprende la adaptación de cuadros existentes para integrar los nuevos equipos en la actualización de los sistemas de distribución y de control y protección de la instalación. Se descompone en los siguientes apartados:

- Adaptación de cuadro de distribución de Servicios Auxiliares.
- Adaptación de cuadro de protección de línea de 15 kV.

14.1.5.1. ADAPTACIÓN DE CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES

Se realizará la reforma del cuadro de distribución de Servicios Auxiliares para dar alimentación al cuadro de distribución de alumbrado y fuerza del Edificio de centralización y control del parque fotovoltaico. Se instalarán los siguientes elementos:

- 1 x Interruptor automático 3P+N 40A / 400 Vca.
- Protecciones de sobretensiones.
- Bornas de llegada y salida.

Para dar este servicio, se tenderá, en paralelo a los conductores de la línea subterránea de BT de evacuación del parque fotovoltaico, una línea general de alimentación desde este cuadro hasta el cuadro de distribución de alumbrado y fuerza del Edificio de centralización y control del parque fotovoltaico.

14.1.5.2. ADAPTACIÓN DE CUADRO DE PROTECCIÓN DE LÍNEA DE 15 kV

Se realizará la reforma del cuadro de protección de la Línea de 15 kV para la instalación de un relé de protección eléctrica de sobrecarga y cortocircuito del lado de BT del transformador de la subestación elevadora de la Central Hidroeléctrica de Jalón 0,69/15 kV. Se instalarán los siguientes elementos:

- Relé alimentado con tensión auxiliar con las siguientes funciones de protección:
 - Defecto de fase; Sobrecarga y cortocircuito (50/51).
 - Defecto a tierra; Sobrecarga y cortocircuito (50N/51N).
- Bornas de llegada y salida.

14.2 MODIFICACIONES EN EL SISTEMA DE CONTROL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE JALÓN

Actualmente el sistema de control de la turbina dispone de la posibilidad de limitar la potencia generada a un valor de consigna que se establece en el SCADA.

Por tanto, para adaptar el sistema de control a la nueva situación será suficiente con modificar de forma automática la consigna de potencia máxima de la turbina, de forma que la suma de la energía fotovoltaica y la hidroeléctrica nunca supere la capacidad máxima del punto de evacuación.

Para ello se realizará la medida en tiempo real de la energía fotovoltaica generada, a continuación, se le restará esta cantidad a la capacidad máxima de evacuación y eso permitirá obtener la máxima energía hidroeléctrica que se puede producir. Por último, el valor obtenido se utilizará como consigna de potencia máxima de la turbina en el sistema de control de potencia existente.

15. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

La localización del proyecto de la Planta Fotovoltaica Hibridación CH Jalón se encuentra en el término municipal de Alagón (Zaragoza).

Actualmente el uso del suelo en la zona es agrícola, no afectando a ningún núcleo urbano.

El objeto del proyecto es realizar una planta fotovoltaica de producción de energía eléctrica a partir de energía solar, que es una fuente de energía renovable, sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Se trata de un parque fotovoltaico que ocupa una superficie de 1,01 ha, por tanto, muy inferior al límite de 100 ha que establece el Anexo I y de 10 ha que establece el Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental y la Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

Además, la ubicación de las obras no se encuentra en zonas de especial interés como pueden ser las siguientes:

- Humedales, zonas ribereñas, desembocaduras de ríos.
- Zonas costeras y medio marino.
- Áreas de montaña o bosque.
- Reservas naturales y parques.
- Áreas en las que se han rebasado ya los objetivos de calidad medioambiental establecidos en la legislación aplicable.
- Áreas de gran densidad demográfica.
- Paisajes con significación histórica, cultural y/o arqueológica.
- Áreas con potencial afección al patrimonio cultural.
- Masas de agua superficiales y subterráneas contempladas en la planificación hidrológica y sus respectivos objetivos ambientales.



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



Pág. 55 de 60

Tampoco se produce ninguna afección a Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), ni a Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE.

Por todo lo anterior se considera que el proyecto no deberá someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

16. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras de la planta fotovoltaica será de **4,5 meses**. Las obras comenzarán a partir de la obtención de todos los permisos y licencias administrativas.

En el *Anejo nº 7. Planificación de la obra* se adjunta la planificación detallada de la actuación proyectada

17. RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

La Planta Fotovoltaica Hibridación CH Jalón y las infraestructuras necesarias para su montaje, mantenimiento y explotación, contempladas en el presente anteproyecto, afectan a los siguientes bienes de la administración pública y privados, en el Término Municipal de Alagón, provincia de Zaragoza:

- Confederación Hidrográfica de Ebro.

La parcela donde se va a instalar la planta fotovoltaica se encuentra en la Zona de Policía del Río Jalón. Por lo que se solicitó autorización previa a la Confederación Hidrográfica de Ebro para la construcción de esta instalación.

Con fecha 25 de octubre de 2023 **se recibió la autorización de la Confederación Hidrográfica de Ebro** para la construcción de la planta fotovoltaica en la parcela 15 del polígono 11 del término municipal de Alagón (Zaragoza), sita en Zona de Policía de la margen derecha del Río Jalón.

Esta autorización se adjunta en el *Anejo nº 10. Documentación administrativa*.

18. PRESUPUESTO

18.1 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Para la valoración de las obras incluidas en el presente proyecto y que se han descrito en los apartados anteriores, se han tenido en cuenta las mediciones de las distintas unidades de obra a las que se ha aplicado los correspondientes precios unitarios.

Con ello se ha obtenido un Presupuesto de Ejecución Material. Incrementando este presupuesto con los Gastos Generales y el Beneficio Industrial y aplicando el IVA vigente se obtiene, finalmente, el Presupuesto Base de Licitación.

Presupuesto Ejecución Material	689.915,55 €
5,00 % Gastos Generales	34.495,78 €
3,00 % Beneficio Industrial	20.697,47 €
	<hr/>
SUBTOTAL	745.108,80 €
21,00 % I.V.A.	156.472,85 €
	<hr/>
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	901.581,65 €

18.2 PRESUPUESTO DE LAS OBRAS SITUADAS EN TERRENOS DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

Las obras previstas están situadas fuera de los terrenos del Dominio Público Hidráulico, por lo que este presupuesto es de 0,00 €.

19. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PRESENTE PROYECTO

Los documentos de los que consta el presente proyecto son:

Documento nº 1. Memoria y Anejos

Memoria

Anejos a la memoria

- Anejo nº 1. Principales características
- Anejo nº 2. Cálculos de producción
- Anejo nº 3. Cálculos eléctricos
- Anejo nº 4. Características equipos a instalar
- Anejo nº 5. Estudio de seguridad y salud
- Anejo nº 6. Estudio de gestión de residuos
- Anejo nº 7. Planificación de la obra
- Anejo nº 8. Justificación de precios
- Anejo nº 9. Relación de parcelas afectadas
- Anejo nº 10. Documentación administrativa

Documento nº 2. Planos

Documento nº 3. Pliego de condiciones

Documento nº 4. Presupuesto

- Mediciones
- Cuadro de precios nº 1
- Cuadro de precios nº 2
- Presupuesto
- Resumen del presupuesto

20. CONCLUSIONES

Con lo expuesto en la memoria y con los planos y documentos adjuntos, se consideran suficientemente descritas las instalaciones objeto de este proyecto para la tramitación de su Autorización Administrativa Previa y de Construcción.

Zaragoza, Abril de 2024

El Ingeniero Industrial

Fdo: Pablo Puértolas Rodríguez

Nº colegiado 2.593

ANEJOS

Anejo nº 1. Características principales

ÍNDICE

1.	IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	2
1.1	TIPO DE INSTALACIÓN	2
1.2	PETICIONARIO	2
1.3	EMPLAZAMIENTO	2
2.	CARACTERÍSTICAS DE LA HIBRIDACIÓN.....	3
3.	PUNTO DE CONEXIÓN	4
4.	CARACTERÍSTICAS DE LA NUEVA INSTALACIÓN	5
4.1	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	5
4.2	INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	5
4.3	LÍNEA DE BAJA TENSIÓN	7
4.4	UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN	8
5.	PRODUCCIÓN PREVISTA	9
6.	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....	9
7.	PLAZO DE EJECUCIÓN	9

1. IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.1 TIPO DE INSTALACIÓN

La planta Fotovoltaica de Hibridación CH Jalón es una planta de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica, estableciendo una instalación híbrida de generación junto a la Central Hidroeléctrica de Jalón, en la que se utilizará el permiso de acceso y conexión ya concedido, no siendo necesario modificar la capacidad de evacuación del mismo.

La tipología de la planta será de estructura fija anclada al suelo, con una potencia nominal de 0,555 MW y una potencia instalada pico de 0,726 MWp.

1.2 PETICIONARIO

Empresa: COMUNIDAD GENERAL DE USUARIOS DEL CANAL IMPERIAL DE ARAGÓN

CIF: G50153600

Domicilio: Parque de los Incrédulos 2, 50.009, Zaragoza

Representante y persona de contacto: Luis Miguel Vicente López

1.3 EMPLAZAMIENTO

La planta fotovoltaica Hibridación CH Jalón se encuentra situada en la parcela 15 del polígono 11 del término municipal de Alagón, provincia de Zaragoza. La superficie ocupada será de 1,01 ha. Las coordenadas geográficas UTM que delimitan el polígono donde se construirá la planta son las siguientes:

	Coordenadas UTM ETRS89	
	X	Y
Punto 1	656.089,5770	4.623.858,8994
Punto 2	656.126,1450	4.623.858,8994
Punto 3	656.242,4373	4.623.930,2394
Punto 4	656.249,4410	4.623.943,2160
Punto 5	656.207,3770	4.624.005,1874
Punto 6	656.188,8399	4.624.005,1874

2. CARACTERÍSTICAS DE LA HIBRIDACIÓN

Se pretende realizar una hibridación utilizando el permiso de acceso y conexión ya concedido y sin modificar la capacidad de evacuación del mismo.

Las características de la hibridación son las siguientes:

TECNOLOGÍA EXISTENTE:

- Central hidroeléctrica.
- Potencia instalada: 880 kW.
- Capacidad de evacuación ya concedida: 880 kW.
- Clasificación según el artículo 2 del RD 413/2014:
 - Categoría b) Instalaciones que utilizan como energía primaria alguna de las energías renovables no fósiles.
 - Grupo b.4. Centrales hidroeléctricas cuya potencia instalada no sea superior a 10 MW.
 - Subgrupo b.4.2. Centrales hidroeléctricas que hayan sido construidas en infraestructuras existentes (presas, canales o conducciones) o dedicadas a otros usos distintos al hidroeléctrico.

TECNOLOGÍA A INSTALAR:

- Planta fotovoltaica.
- Potencia a instalar: 555 kW nominales.
- Clasificación según el artículo 2 del RD 413/2014:
 - Categoría b) Instalaciones que utilizan como energía primaria alguna de las energías renovables no fósiles.
 - Grupo b.1. Instalaciones que utilizan como energía primaria la energía solar.
 - Subgrupo b.1.1. Instalaciones que únicamente utilizan la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica.

3. PUNTO DE CONEXIÓN

La planta fotovoltaica Hibridación CH Jalón se conectará a la barra de 0,69 kV de la central hidroeléctrica de Jalón, por lo que el punto de conexión a la red será el mismo que el de la propia central, es decir, el apoyo 5E1 de la Línea de Media Tensión Alagón_2 de 15 kV de la SET de Figueruelas, situado en las coordenadas UTM ETRS89:

X: 656.521,75

Y: 4.624.033,44

4. CARACTERÍSTICAS DE LA NUEVA INSTALACIÓN

4.1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

- 1.320 módulos fotovoltaicos de 144 células de silicio monocristalino modelo Jinko Solar Tiger Pro JKM550M-72HL4-V de 550 W de potencia máxima.
- 3 inversores ABB modelo PVS-175-TL de 185 kW, de 1.500 Vcc de tensión de entrada máxima y 800 Vca de tensión de salida nominal.

4.2 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Transformador de aislamiento:

- Trifásico, seco.
- Potencial nominal: 630 kVA
- Tensión primaria: 800 +5%, +2,5%, -2,5%, -5% V
- Tensión secundaria: 690 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Grupo de conexión: YNd11
- Niveles de aislamiento (primario/secundario): 3,6/3,6 kV

Cuadros eléctricos:

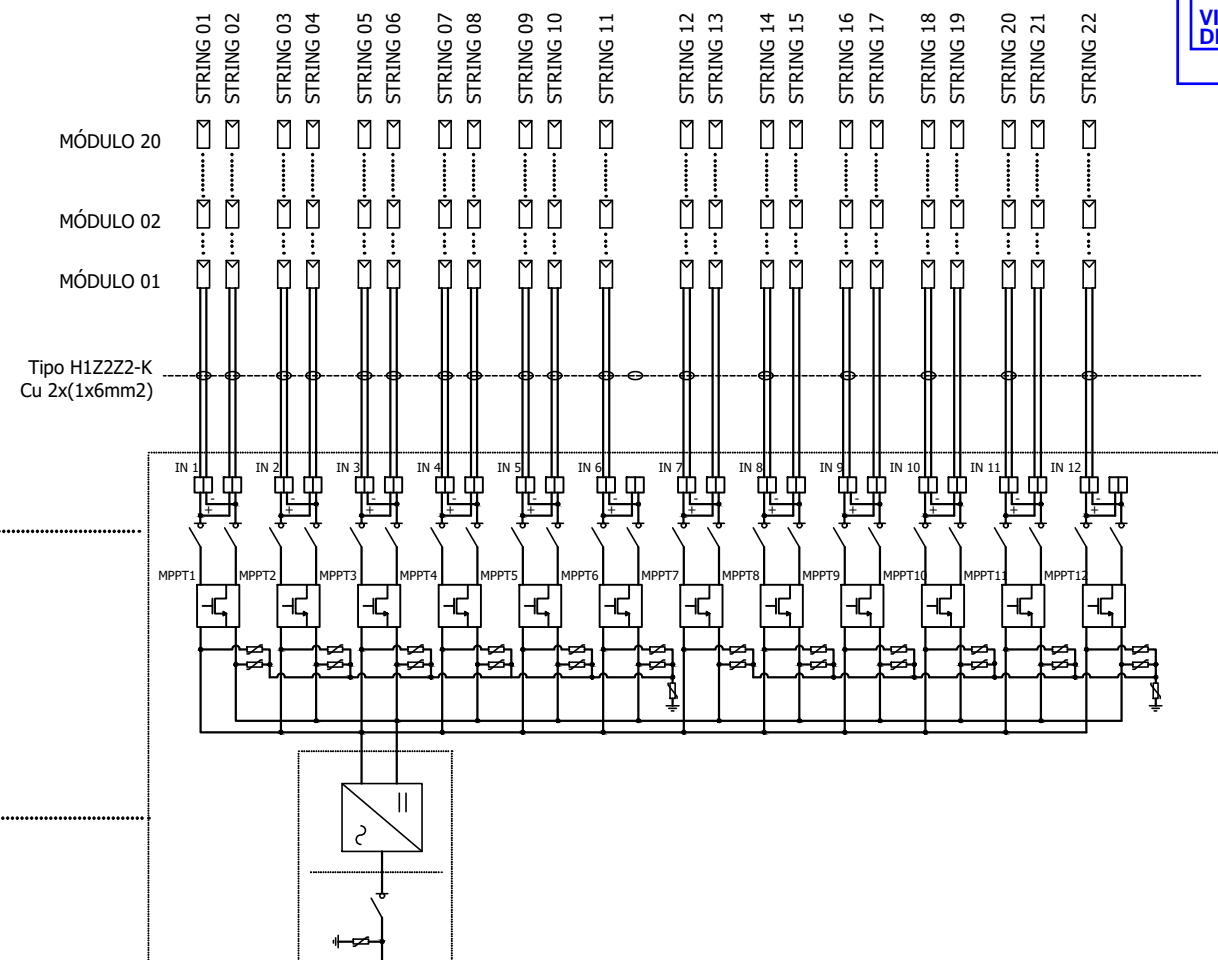
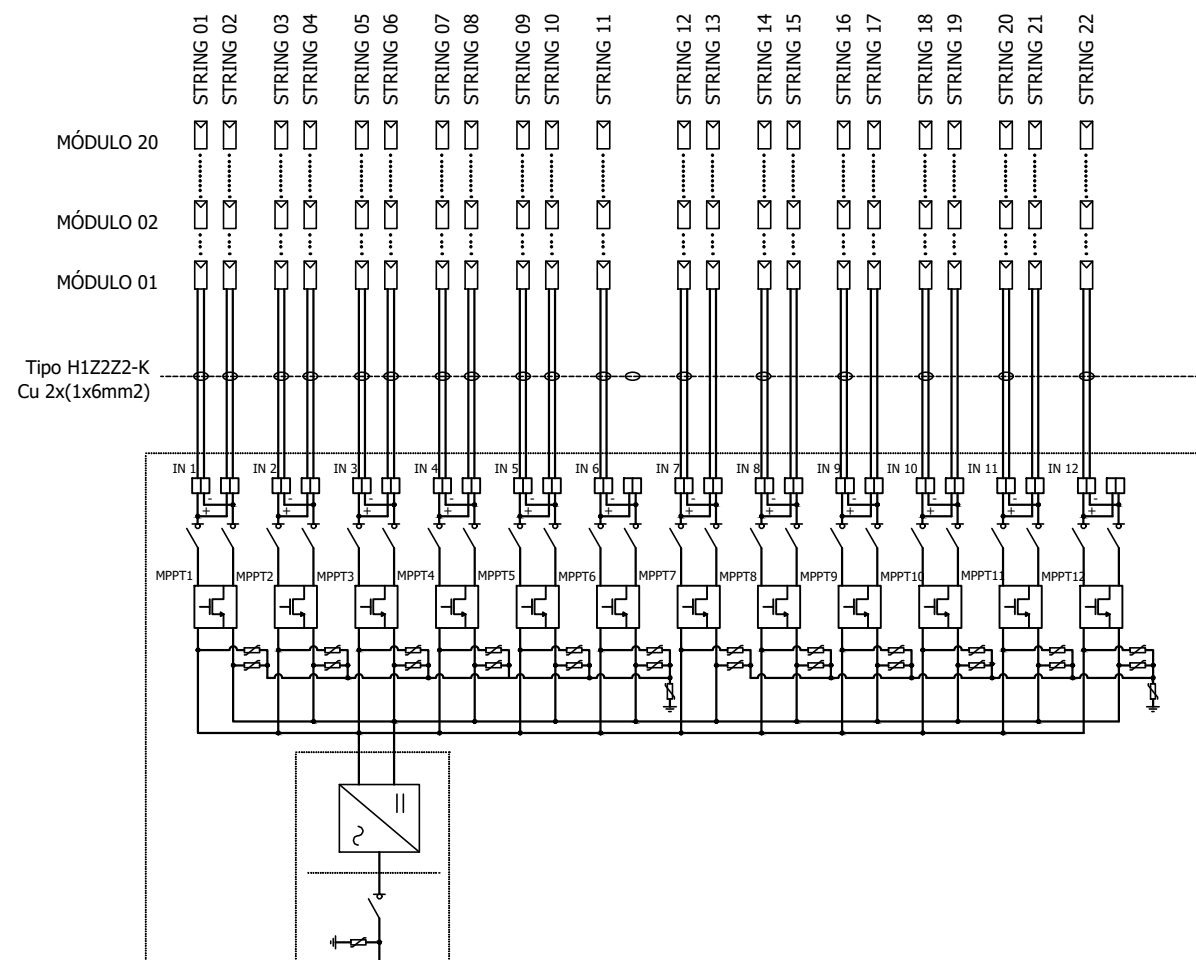
- Características nominales:
 - Tensión nominal: 800 V
 - Tensión nominal de aislamiento: 1.000 V
 - Frecuencia nominal: 50 Hz
 - Tensión soportada a frecuencia industrial durante un minuto: 2.500 V
 - Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1 seg.: 10 kA
 - Valor de cresta de la intensidad momentánea admisible nominal: 20 kA

- Cuadro de agrupación de inversores (en PFV):
 - 1 x Interruptor automático motorizado 3P 630 A / 800 Vca (regulado a 0,8 de su valor nominal), con bobina de cierre y disparo y con relé diferencial ajustable de 0,3-1 A y transformador toroidal.
 - 1 x Seccionador 3P 630 A / 800 Vca.
 - 3 x Interruptores automáticos 3P 200 A / 800 Vca para las salidas a cada grupo inversor.
 - Protección de sobretensiones a la salida.
 - Embarrado de cobre.
 - Bornas de llegada y salida.
- Cuadro de protección de transformador de aislamiento (en PFV):
 - 1 x Interruptor automático motorizado 3P 630 A / 690 Vca (regulado a 0,9 de su valor nominal), con bobina de cierre y disparo y con relé diferencial ajustable de 0,3-1 A y transformador toroidal.
 - 1 x Seccionador 3P 630 A / 690 Vca.
 - 1 x juego de transformadores de medida de tensión.
 - 1 x juego de transformadores de medida de intensidad.
 - Protecciones de sobretensiones.
 - Analizador de redes.
 - Embarrado de cobre.
 - Bornas de llegada y salida.
- Cuadro de llegada a central (en CH):
 - 1 x Interruptor automático motorizado 3P 630 A / 690 Vca (regulado a 0,9 de su valor nominal), con bobina de cierre y disparo y con relé diferencial ajustable de 0,3-1 A y transformador toroidal.
 - 1 x Seccionador 3P 630 A / 690 Vca.
 - Protecciones de sobretensiones.
 - Bornas de llegada y salida.

4.3 LÍNEA DE BAJA TENSIÓN

Se unirá el edificio de centralización y control con el lado de baja tensión del transformador de la central hidroeléctrica mediante una línea eléctrica subterránea de 0,69 kV de tensión nominal y de 100 metros de longitud, constituida por conductores 3x(3x1x300 mm²) de cobre de tipo 0,6/1kV XZ1 Al 1x300, con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de compuesto libre de halógenos.

4.4 UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN



Inversor N°1
ABB PVS-175-TL, 185 kW

Inversor N°3
ABB PVS-175-TL, 185 kW

Tipo 0,6/1 kV XZ1
Al 3x(1x240mm²)

Tipo 0,6/1 kV XZ1
Al 2x(3x1x240mm²)

Transformador de Aislamiento
630 kVA
0,80/0,69 kV
YNd11

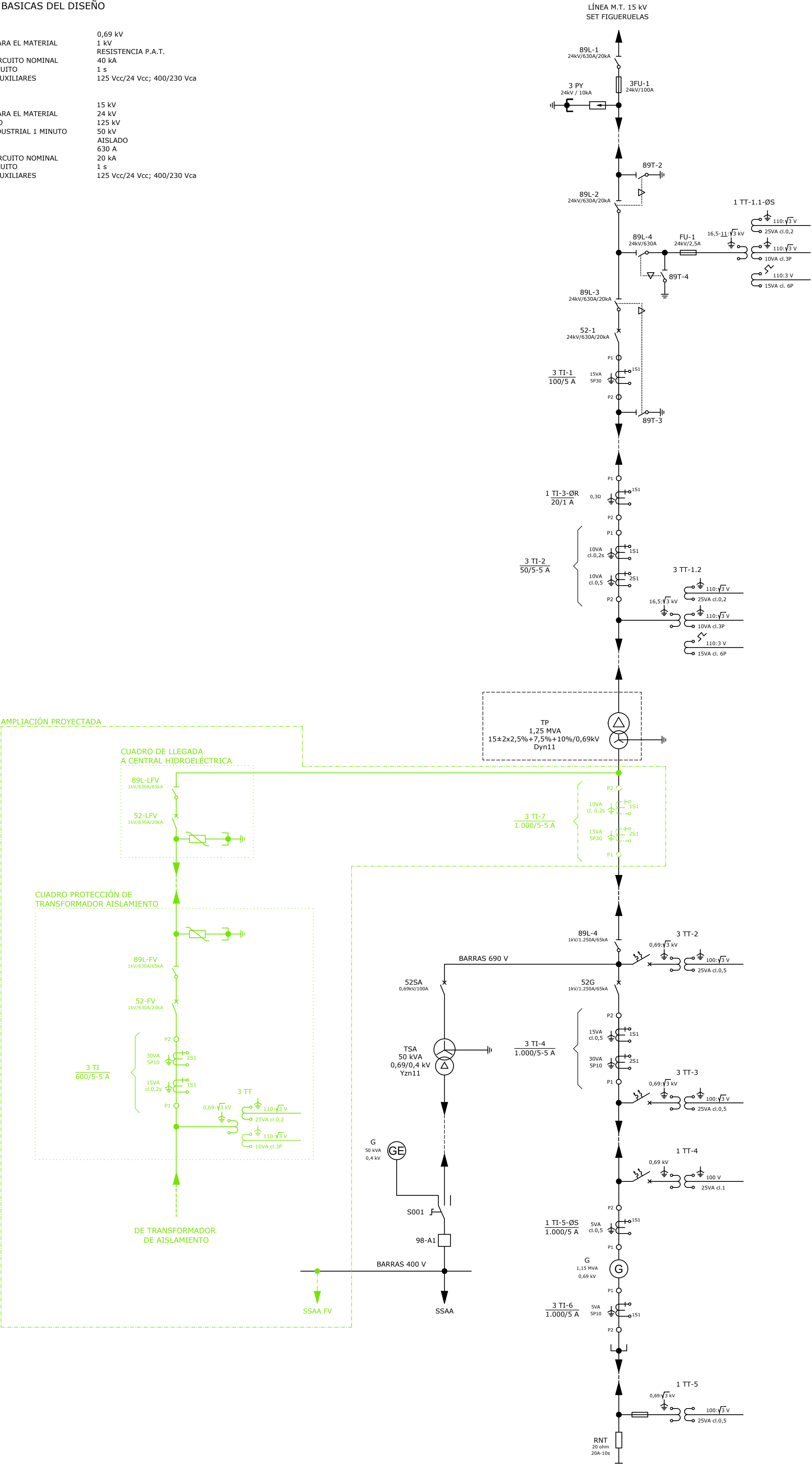
Tipo 0,6/1 kV XZ1
Al 2x(3x1x240mm²)

A CUADRO DE
PROT. TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO

CARACTERISTICAS BASICAS DEL DISEÑO

SISTEMA 0,69 kV	
TENSION DE SERVICIO	0,69 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	1 kV
REGIMEN DE NEUTRO	RESISTENCIA P.A.T.
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	40 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc/24 Vcc; 400/230 Vca

SISTEMA 15 kV	
TENSION DE SERVICIO	15 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	24 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	125 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	50 kV
REGIMEN DE NEUTRO	AISLADO
INTENSIDAD NOMINAL	630 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	20 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc/24 Vcc; 400/230 Vca



5. PRODUCCIÓN PREVISTA

La previsión de producción promedio anual de la planta fotovoltaica es de 1.109.562 kWh, el exceso de energía hidráulica es de 5.961 kWh y por tanto la producción solar neta es de **1.103.601 kWh**.

6. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

El presupuesto base de licitación es de **901.581,65 €**.

7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución previsto para las obras de la planta fotovoltaica será de **4,5 meses**.

Anejo nº 2. Cálculos de producción



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



Pág. 1 de 18

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN	3
3.	RESUMEN DE RESULTADOS DE PRODUCCIÓN	16
4.	CÁLCULO DE LOS INGRESOS	17

1. INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de la energía total producida, se determinan en primer lugar los datos de generación de energía solar horaria a lo largo del año, considerando una potencia nominal de 0,555 MW, con la instalación de 0,726 MWp de placa fotovoltaica. Estos datos permiten obtener la generación solar horaria promedio en un día tipo de cada mes del año.

En segundo lugar, se analizan los datos disponibles de generación hidroeléctrica, con el objetivo de obtener igualmente la producción horaria en un día tipo de cada mes del año. En el caso de la energía hidroeléctrica generada hay que tener en cuenta que el Canal Imperial se corta para mantenimiento dos veces al año, una en Febrero y otra los primeros días de Noviembre hasta principios de Diciembre, así que en estos tres meses se consideran dos días tipo desde el punto de vista de la generación, uno con el canal cortado y otro con el canal en servicio.

Por tanto, los días tipo que se analizan son:

- 1 día tipo de ENERO
- 1 día tipo de FEBRERO (con corte de canal)
- 1 día tipo de FEBRERO (sin corte de canal)
- 1 día tipo de MARZO
- 1 día tipo de ABRIL
- 1 día tipo de MAYO
- 1 día tipo de JUNIO
- 1 día tipo de JULIO
- 1 día tipo de AGOSTO
- 1 día tipo de SEPTIEMBRE
- 1 día tipo de OCTUBRE
- 1 día tipo de NOVIEMBRE (con corte de canal)
- 1 día tipo de NOVIEMBRE (sin corte de canal)
- 1 día tipo de DICIEMBRE (con corte de canal)
- 1 día tipo de DICIEMBRE (sin corte de canal)

Para cada uno de estos días tipo se obtiene, de forma horaria, la producción solar, la producción hidráulica y la suma de ambas.

En caso de superar la capacidad máxima de evacuación del punto de conexión se limita la energía hidroeléctrica, con el objetivo de ahorrar agua, y se calcula el exceso de energía para poder descontarlo a la hora de obtener los ingresos netos generados por el parque fotovoltaico.

2. CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN

En primer lugar, se realizan los cálculos de producción solar horaria, considerando la instalación de 1.320 placas fotovoltaicas modelo Jinko Solar Tiger Pro JKM550M-72HL4-V de 550 Wp y 3 inversores ABB modelo PVS-175-TL de 185 kW con la distribución que se muestra en los planos.

Se ha realizado la simulación de esta instalación utilizando el programa PVSYST V7.3.2

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: HIBRIDACION CH JALON

Variante: 20 Stringx22Cadenas

Sin escena 3D definida, sin sombras

Potencia del sistema: 726 kWp

Alagón - Spain



PVsyst V7.3.4

VC1, Fecha de simulación:
03/04/24 19:10
con v7.3.4

Resumen del proyecto

Sitio geográfico

Alagón
España

Situación

Latitud 41.75 °N
Longitud -1.12 °W
Altitud 249 m
Zona horaria UTC+1

Configuración del proyecto

Albedo 0.20

Datos meteo

Alagón
Meteonorm 8.1 (1999-2013), Sat=32% - Sintético

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Orientación campo FV

Plano fijo
Inclinación/Azimut 20 / 0 °

Sin escena 3D definida, sin sombras

Sombreados cercanos

Sin sombreados

Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos 1320 unidades
Pnom total 726 kWp

Inversores

Núm. de unidades 3 unidades
Pnom total 525 kWca
Proporción Pnom 1.383

Resumen de resultados

Energía producida 1109562 kWh/año Producción específica 1528 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 81.60 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Resultados principales	6
Diagrama de pérdida	7
Gráficos predefinidos	8
Costo del sistema	9
Balance de emisiones de CO ₂	10



PVsyst V7.3.4

VC1, Fecha de simulación:
03/04/24 19:10
con v7.3.4

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sin escena 3D definida, sin sombras

Orientación campo FV

Orientación

Plano fijo

Inclinación/Azimut 20 / 0 °

Configuración de cobertizos

Sin escena 3D definida

Modelos usados

Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Horizonte

Altura promedio 1.9 °

Sombreados cercanos

Sin sombreados

Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante

Generic

Modelo

JKM550M-72HL4

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 550 Wp

Número de módulos FV 1320 unidades

Nominal (STC) 726 kWp

Conjunto #1 - Inversor nº1

Número de módulos FV 440 unidades

Nominal (STC) 242 kWp

Módulos 22 Cadenas x 20 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 224 kWp

U mpp 761 V

I mpp 295 A

Conjunto #2 - Subconjunto #2

Número de módulos FV 440 unidades

Nominal (STC) 242 kWp

Módulos 22 Cadenas x 20 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 224 kWp

U mpp 761 V

I mpp 295 A

Conjunto #3 - Subconjunto #3

Número de módulos FV 440 unidades

Nominal (STC) 242 kWp

Módulos 22 Cadenas x 20 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 224 kWp

U mpp 761 V

I mpp 295 A

Potencia FV total

Nominal (STC) 726 kWp

Total 1320 módulos

Área del módulo 3404 m²

Inversor

Fabricante

Generic

Modelo

PVS-175-TL

(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 175 kWca

Número de inversores 3 unidades

Potencia total 525 kWca

Número de inversores 12 * MPPT 8% 1 unidad

Potencia total 175 kWca

Voltaje de funcionamiento 600-1350 V

Potencia máx. (=>30°C) 185 kWca

Proporción Pnom (CC:CA) 1.38

No hay reparto de potencia entre MPPTs

Número de inversores 12 * MPPT 8% 1 unidad

Potencia total 175 kWca

Voltaje de funcionamiento 600-1350 V

Potencia máx. (=>30°C) 185 kWca

Proporción Pnom (CC:CA) 1.38

No hay reparto de potencia entre MPPTs

Número de inversores 12 * MPPT 8% 1 unidad

Potencia total 175 kWca

Voltaje de funcionamiento 600-1350 V

Potencia máx. (=>30°C) 185 kWca

Proporción Pnom (CC:CA) 1.38

No hay reparto de potencia entre MPPTs

Potencia total del inversor

Potencia total 525 kWca

Número de inversores 3 unidades

Proporción Pnom 1.38

Sin reparto de potencia



PVsyst V7.3.4

VC1, Fecha de simulación:
03/04/24 19:10
con v7.3.4

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto

Fracción de pérdidas promedio 3.0 %

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2.9%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const) 21.8 W/m²K

Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 2.8 mΩ

Res. de cableado global 0.94 mΩ

Frac. de pérdida 0.1 % en STC

Pérdida diodos serie

Caída de tensión 0.7 V

Frac. de pérdida 0.1 % en STC

LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Vidrio liso Fresnel, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

Pérdidas del sistema.

Pérdidas auxiliares

Consumo aux. nocturno 150 W

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta el punto de inyección

Voltaje inversor 800 Vca tri

Frac. de pérdida 0.88 % en STC

Inversor: PVS-175-TL

Sección cables (3 Inv.) Alu 3 x 3 x 240 mm²

Longitud media de los cables 181 m

PVsyst V7.3.4

VC1, Fecha de simulación:
03/04/24 19:10
con v7.3.4

Definición del horizonte

Archivo de horizonte CSV, Latitud 41.753, Longitud -1.121

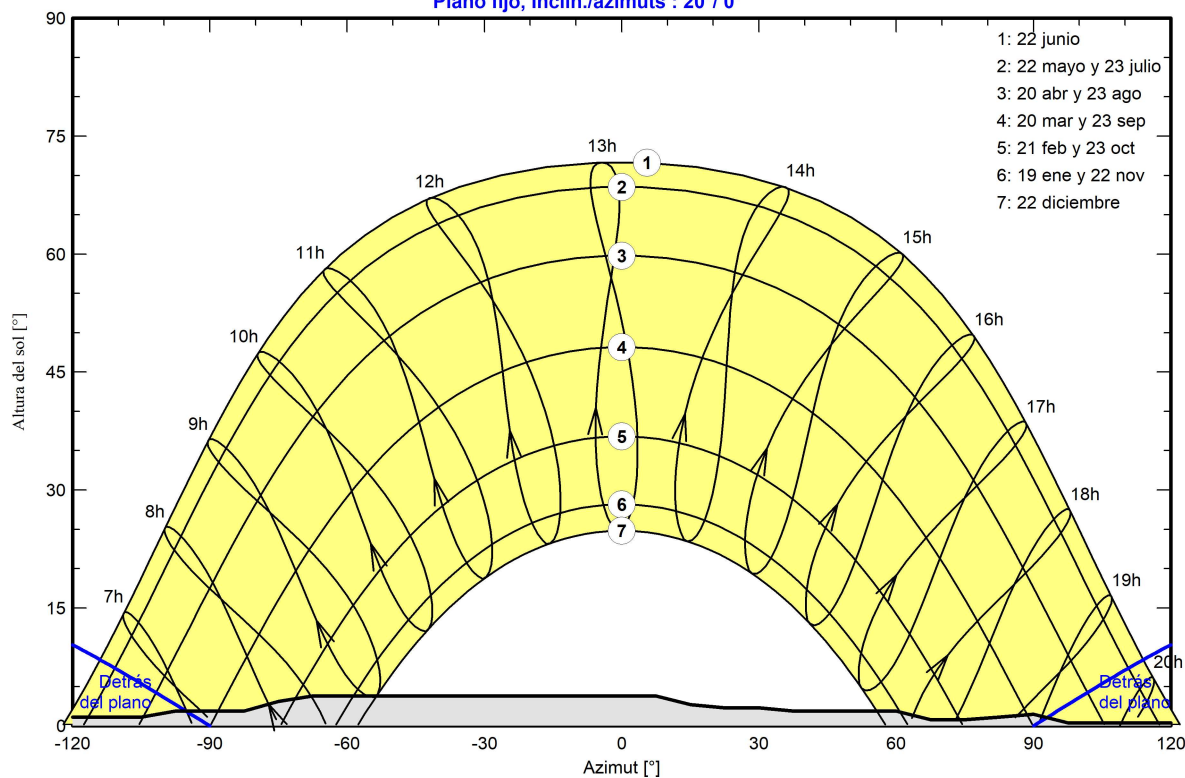
Altura promedio	1.9 °	Factor Albedo	0.84
Factor difuso	0.99	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimet [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-105	-98	-83	-75	-68	8	15	23
Altura [°]	1,5	1,5	1,9	1,5	1,1	1,1	1,9	1,9	3,1	3,8	3,8	2,7	2,3
Azimet [°]	30	38	60	68	75	83	90	98	158	165	173	180	
Altura [°]	2,3	1,9	1,9	0,8	0,8	1,1	1,5	0,4	0,4	1,1	1,5	1,5	

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

Plano fijo, Inclín./azimuts : 20°/ 0°





PVsyst V7.3.4

VC1, Fecha de simulación:
03/04/24 19:10
con v7.3.4

Resultados principales

Producción del sistema

Energía producida 1109562 kWh/año

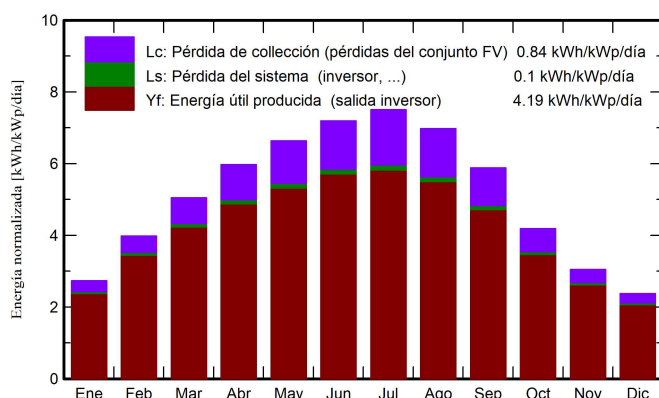
Producción específica

1528 kWh/kWp/año

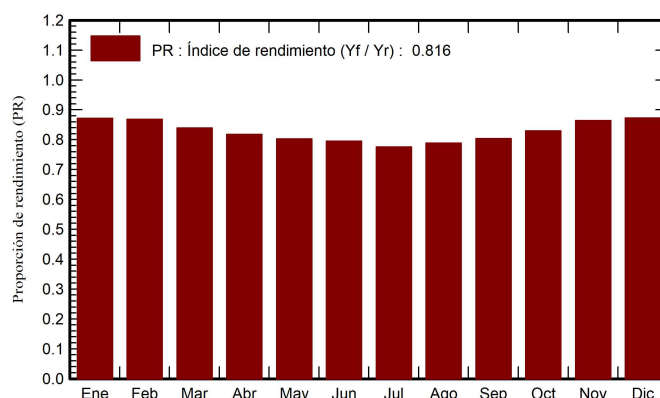
Proporción rend. PR

81.60 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR proporción
Enero	57.2	23.63	6.55	84.7	79.0	54868	53588	0.871
Febrero	82.4	32.67	7.69	111.3	104.3	71776	70123	0.868
Marzo	129.9	51.65	11.20	156.5	146.9	97662	95366	0.839
Abril	163.3	66.94	13.85	179.1	168.1	108930	106346	0.818
Mayo	200.8	75.38	18.10	205.8	193.2	122798	119867	0.802
Junio	217.2	78.08	22.72	215.7	202.3	127572	124539	0.795
Julio	231.4	63.10	25.42	232.7	218.5	134339	131100	0.776
Agosto	201.1	60.61	25.05	216.3	203.3	126843	123771	0.788
Septiembre	150.1	50.05	20.68	176.4	165.7	105455	102942	0.804
Octubre	102.2	40.26	16.45	129.6	121.6	79952	78089	0.830
Noviembre	63.4	28.16	10.23	91.3	85.1	58578	57226	0.864
Diciembre	49.6	25.05	6.58	73.6	68.4	47660	46604	0.873
Año	1648.5	595.59	15.42	1873.0	1756.4	1136433	1109562	0.816

Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global

DiffHor Irradiación difusa horizontal

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Global incidente plano receptor

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto

E_Grid Energía inyectada en la red

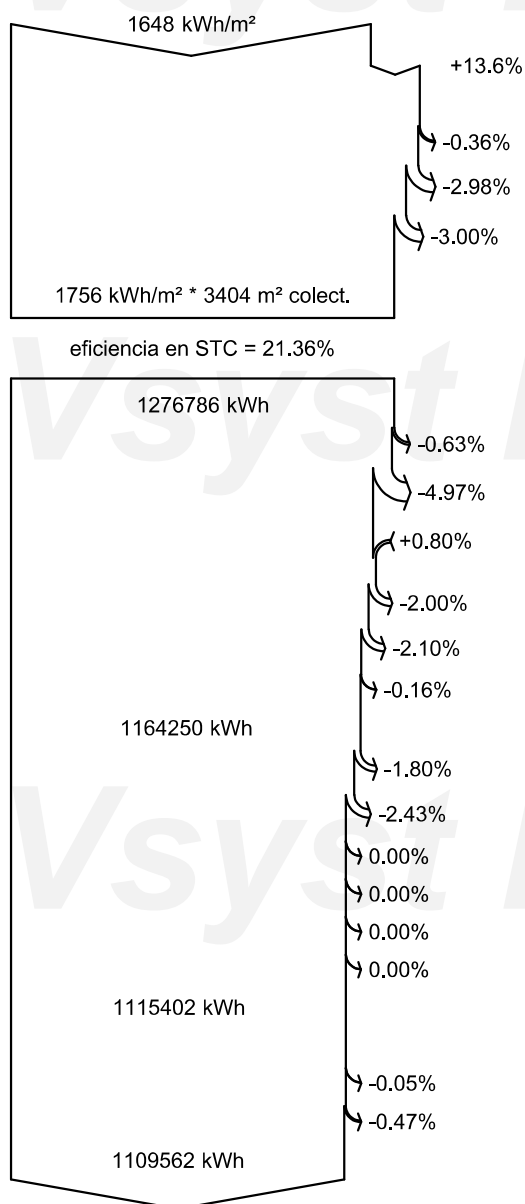
PR Proporción de rendimiento



PVsyst V7.3.4

VC1, Fecha de simulación:
03/04/24 19:10
con v7.3.4

Diagrama de pérdida



Irradiación horizontal global

Global incidente plano receptor

Sombreados lejanos / Horizonte

Factor IAM en global

Factor de pérdida de suciedad

Irradiancia efectiva en colectores

Conversión FV

Conjunto de energía nominal (con efic. STC)

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Pérdida óhmica del cableado

Energía virtual del conjunto en MPP

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Energía disponible en la salida del inversor

Auxiliares (ventiladores, otros ...)

Pérdidas óhmicas CA

Energía inyectada en la red

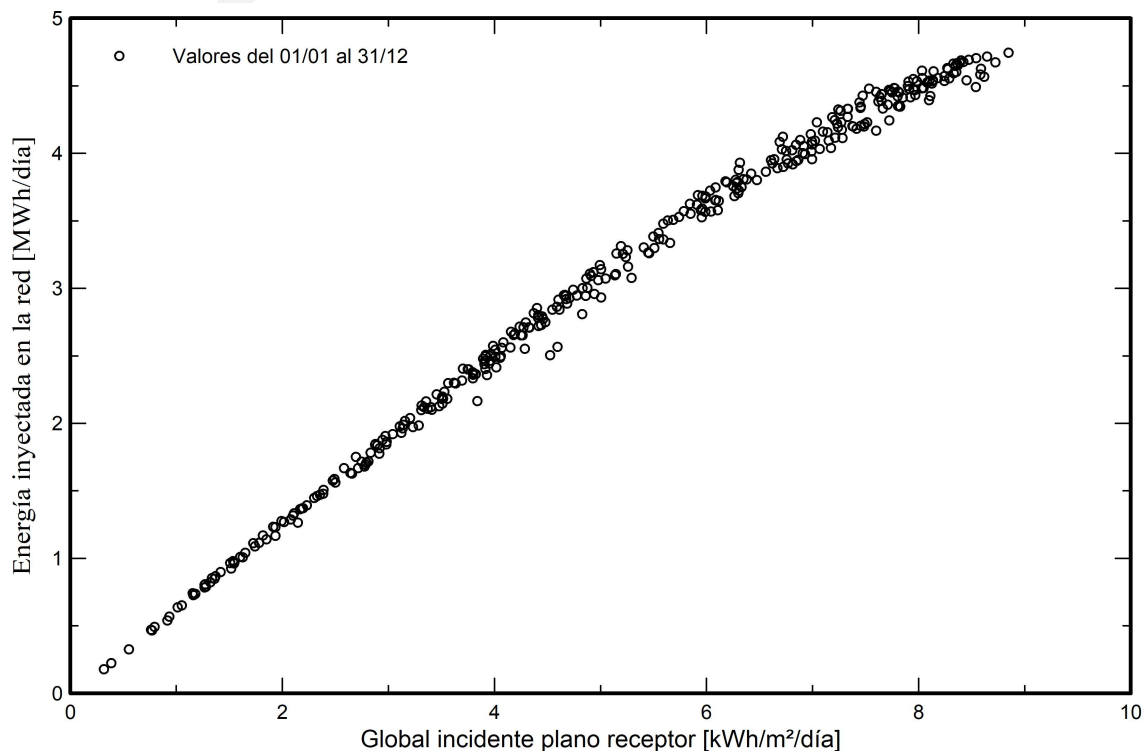


PVsyst V7.3.4

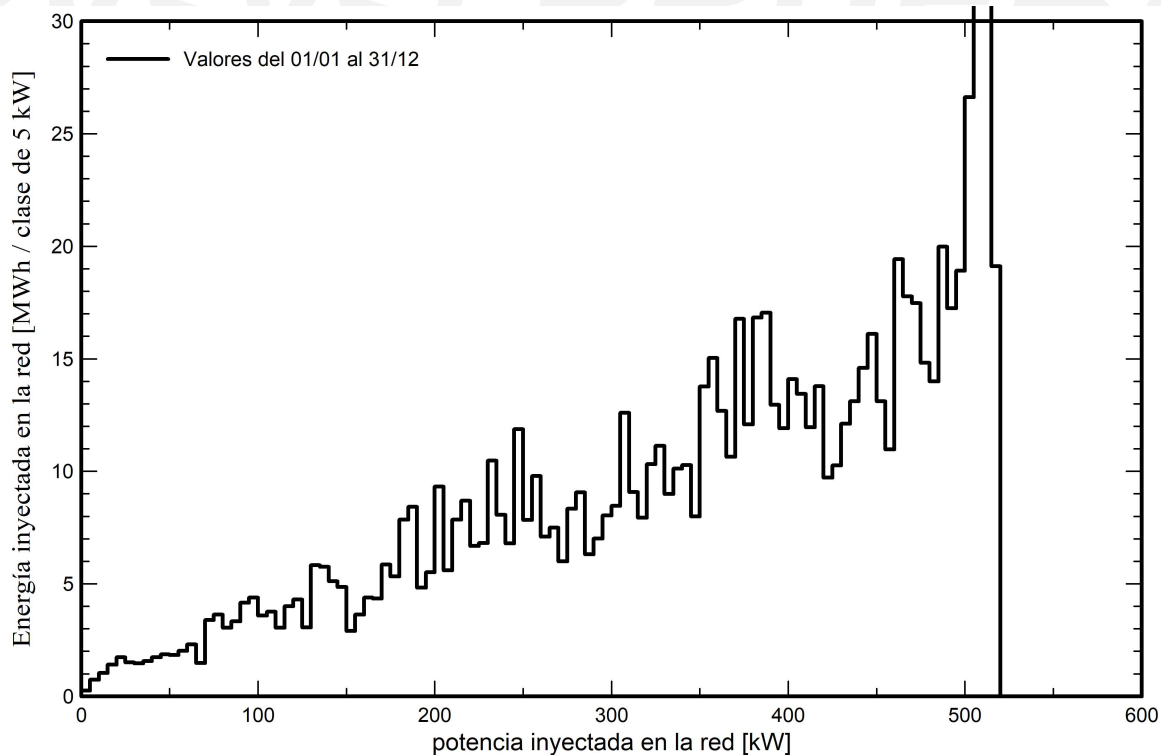
VC1, Fecha de simulación:
03/04/24 19:10
con v7.3.4

Gráficos predefinidos

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Los datos de producción solar horaria obtenidos con el programa PVSYST V7.3.2, se combinan con los datos de producción hidroeléctrica disponibles para cada día tipo.

De esta forma se obtiene, para cada día tipo y de forma horaria, la energía solar, la energía hidráulica, la energía total y el exceso de energía en caso de producirse.

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos.

	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
Día tipo de ENERO	0:00	0	529	529	0	529	529	0
	1:00	0	541	541	0	541	541	0
	2:00	0	541	541	0	541	541	0
	3:00	0	538	537	0	538	537	0
	4:00	0	537	536	0	537	536	0
	5:00	0	536	535	0	536	535	0
	6:00	0	536	535	0	536	535	0
	7:00	0	539	538	0	539	538	0
	8:00	0	533	533	0	533	533	0
	9:00	90	528	618	90	528	618	0
	10:00	178	526	704	178	526	704	0
	11:00	250	532	782	250	532	782	0
	12:00	287	537	823	287	537	823	0
	13:00	285	536	821	285	536	821	0
	14:00	278	536	814	278	536	814	0
	15:00	218	535	754	218	535	754	0
	16:00	131	536	667	131	536	667	0
	17:00	18	522	540	18	522	540	0
	18:00	0	526	526	0	526	526	0
	19:00	0	531	530	0	531	530	0
	20:00	0	531	531	0	531	531	0
	21:00	0	531	531	0	531	531	0
	22:00	0	532	532	0	532	532	0
	23:00	0	528	528	0	528	528	0

Día tipo de FEBRERO (con corte de canal)	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	0	0	0	0	0	0
	1:00	0	0	0	0	0	0	0
	2:00	0	0	0	0	0	0	0
	3:00	0	0	0	0	0	0	0
	4:00	0	0	0	0	0	0	0
	5:00	0	0	0	0	0	0	0
	6:00	0	0	0	0	0	0	0
	7:00	0	0	0	0	0	0	0
	8:00	20	0	20	20	0	20	0
	9:00	146	0	146	146	0	146	0
	10:00	265	0	265	265	0	265	0
	11:00	340	0	340	340	0	340	0
	12:00	371	0	371	371	0	371	0
	13:00	385	0	385	385	0	385	0
	14:00	365	0	365	365	0	365	0
	15:00	301	0	301	301	0	301	0
	16:00	217	0	217	217	0	217	0
	17:00	99	0	99	99	0	99	0
	18:00	1	0	1	1	0	1	0
	19:00	0	0	0	0	0	0	0
	20:00	0	0	0	0	0	0	0
	21:00	0	0	0	0	0	0	0
	22:00	0	0	0	0	0	0	0
	23:00	0	0	0	0	0	0	0

Día tipo de FEBRERO (sin corte de canal)	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	524	524	0	524	524	0
	1:00	0	540	539	0	540	539	0
	2:00	0	544	544	0	544	544	0
	3:00	0	546	546	0	546	546	0
	4:00	0	549	549	0	549	549	0
	5:00	0	549	549	0	549	549	0
	6:00	0	549	549	0	549	549	0
	7:00	0	530	530	0	530	530	0
	8:00	20	505	525	20	505	525	0
	9:00	146	493	639	146	493	639	0
	10:00	265	476	741	265	476	741	0
	11:00	340	467	807	340	467	807	0
	12:00	371	473	844	371	473	844	0
	13:00	385	488	873	385	488	873	0
	14:00	365	484	849	365	484	849	0
	15:00	301	500	801	301	500	801	0
	16:00	217	496	713	217	496	713	0
	17:00	99	485	584	99	485	584	0
	18:00	1	517	518	1	517	518	0
	19:00	0	541	540	0	541	540	0
	20:00	0	530	529	0	530	529	0
	21:00	0	546	546	0	546	546	0
	22:00	0	549	549	0	549	549	0
	23:00	0	565	564	0	565	564	0

Día tipo de MARZO	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	513	513	0	513	513	0
	1:00	0	517	517	0	517	517	0
	2:00	0	523	522	0	523	522	0
	3:00	0	524	524	0	524	524	0
	4:00	0	529	528	0	529	528	0
	5:00	0	535	535	0	535	535	0
	6:00	0	539	538	0	539	538	0
	7:00	5	537	542	5	537	542	0
	8:00	96	535	631	96	535	631	0
	9:00	210	529	739	210	529	739	0
	10:00	312	517	830	312	517	830	0
	11:00	387	515	880	387	493	880	23
	12:00	431	516	880	431	449	880	67
	13:00	430	515	880	430	450	880	65
	14:00	411	513	880	411	469	880	44
	15:00	353	512	865	353	512	865	0
	16:00	269	512	781	269	512	781	0
	17:00	146	511	657	146	511	657	0
	18:00	32	509	541	32	509	541	0
	19:00	0	511	511	0	511	511	0
	20:00	0	514	513	0	514	513	0
	21:00	0	515	514	0	515	514	0
	22:00	0	517	517	0	517	517	0
	23:00	0	512	512	0	512	512	0

Día tipo de ABRIL	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	467	466	0	467	466	0
	1:00	0	480	479	0	480	479	0
	2:00	0	497	496	0	497	496	0
	3:00	0	474	473	0	474	473	0
	4:00	0	484	483	0	484	483	0
	5:00	0	488	488	0	488	488	0
	6:00	1	479	480	1	479	480	0
	7:00	49	436	485	49	436	485	0
	8:00	164	407	571	164	407	571	0
	9:00	284	384	668	284	384	668	0
	10:00	388	377	764	388	377	764	0
	11:00	434	370	804	434	370	804	0
	12:00	436	370	805	436	370	805	0
	13:00	451	366	817	451	366	817	0
	14:00	434	367	801	434	367	801	0
	15:00	383	361	744	383	361	744	0
	16:00	285	359	644	285	359	644	0
	17:00	179	357	536	179	357	536	0
	18:00	62	382	445	62	382	445	0
	19:00	2	439	441	2	439	441	0
	20:00	0	454	454	0	454	454	0
	21:00	0	459	458	0	459	458	0
	22:00	0	452	451	0	452	451	0
	23:00	0	454	454	0	454	454	0



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 0002593
JUAN PABLO FUERTOLAS RODRIGUEZ
VISTADO Nº VD01360-24A
DE FECHA 16/04/24
E-VISADO

Pág. 7 de 18

Día tipo de MAYO	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	305	305	0	305	305	0
	1:00	0	318	317	0	318	317	0
	2:00	0	330	329	0	330	329	0
	3:00	0	359	358	0	359	358	0
	4:00	0	368	368	0	368	368	0
	5:00	0	367	367	0	367	367	0
	6:00	15	332	347	15	332	347	0
	7:00	94	312	406	94	312	406	0
	8:00	217	291	508	217	291	508	0
	9:00	331	282	613	331	282	613	0
	10:00	423	265	688	423	265	688	0
	11:00	436	263	699	436	263	699	0
	12:00	438	267	704	438	267	704	0
	13:00	444	275	718	444	275	718	0
	14:00	441	265	706	441	265	706	0
	15:00	404	268	672	404	268	672	0
	16:00	315	273	588	315	273	588	0
	17:00	209	277	486	209	277	486	0
	18:00	92	279	371	92	279	371	0
	19:00	16	267	283	16	267	283	0
	20:00	0	262	262	0	262	262	0
	21:00	0	269	268	0	269	268	0
	22:00	0	278	277	0	278	277	0
	23:00	0	287	287	0	287	287	0

Día tipo de JUNIO	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	359	359	0	359	359	0
	1:00	0	352	352	0	352	352	0
	2:00	0	372	372	0	372	372	0
	3:00	0	400	399	0	400	399	0
	4:00	0	422	421	0	422	421	0
	5:00	0	419	419	0	419	419	0
	6:00	21	328	348	21	328	348	0
	7:00	104	276	380	104	276	380	0
	8:00	234	258	493	234	258	493	0
	9:00	355	252	607	355	252	607	0
	10:00	438	248	686	438	248	686	0
	11:00	465	256	721	465	256	721	0
	12:00	472	257	729	472	257	729	0
	13:00	467	260	727	467	260	727	0
	14:00	457	263	719	457	263	719	0
	15:00	420	263	683	420	263	683	0
	16:00	341	265	606	341	265	606	0
	17:00	238	258	496	238	258	496	0
	18:00	116	256	372	116	256	372	0
	19:00	27	290	317	27	290	317	0
	20:00	0	308	308	0	308	308	0
	21:00	0	323	322	0	323	322	0
	22:00	0	339	339	0	339	339	0
	23:00	0	351	351	0	351	351	0



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 0002593
JUAN PABLO FUERTOLAS RODRIGUEZ
VISADO Nº VD01360-24A
DE FECHA 16/04/24
E-VISADO

Pág. 8 de 18

Día tipo de JULIO	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	360	359	0	360	359	0
	1:00	0	402	401	0	402	401	0
	2:00	0	443	442	0	443	442	0
	3:00	0	464	464	0	464	464	0
	4:00	0	482	481	0	482	481	0
	5:00	0	471	471	0	471	471	0
	6:00	14	365	379	14	365	379	0
	7:00	88	268	356	88	268	356	0
	8:00	226	244	470	226	244	470	0
	9:00	352	242	594	352	242	594	0
	10:00	448	239	687	448	239	687	0
	11:00	468	238	706	468	238	706	0
	12:00	475	244	719	475	244	719	0
	13:00	477	242	720	477	242	720	0
	14:00	474	239	713	474	239	713	0
	15:00	448	235	683	448	235	683	0
	16:00	359	234	593	359	234	593	0
	17:00	253	227	481	253	227	481	0
	18:00	124	230	354	124	230	354	0
	19:00	24	232	256	24	232	256	0
	20:00	0	237	237	0	237	237	0
	21:00	0	246	246	0	246	246	0
	22:00	0	265	264	0	265	264	0
	23:00	0	314	314	0	314	314	0

Día tipo de AGOSTO	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	329	328	0	329	328	0
	1:00	0	380	380	0	380	380	0
	2:00	0	428	428	0	428	428	0
	3:00	0	460	460	0	460	460	0
	4:00	0	474	473	0	474	473	0
	5:00	0	472	472	0	472	472	0
	6:00	3	383	386	3	383	386	0
	7:00	59	270	329	59	270	329	0
	8:00	187	255	442	187	255	442	0
	9:00	319	252	571	319	252	571	0
	10:00	420	252	672	420	252	672	0
	11:00	455	251	706	455	251	706	0
	12:00	467	253	720	467	253	720	0
	13:00	479	254	733	479	254	733	0
	14:00	476	253	729	476	253	729	0
	15:00	450	252	702	450	252	702	0
	16:00	351	252	603	351	252	603	0
	17:00	224	250	474	224	250	474	0
	18:00	93	251	344	93	251	344	0
	19:00	11	256	267	11	256	267	0
	20:00	0	261	261	0	261	261	0
	21:00	0	263	263	0	263	263	0
	22:00	0	270	269	0	270	269	0
	23:00	0	286	285	0	286	285	0



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



Pág. 9 de 18

Día tipo de SEPTIEMBRE	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	444	443	0	444	443	0
	1:00	0	465	465	0	465	465	0
	2:00	0	477	477	0	477	477	0
	3:00	0	490	490	0	490	490	0
	4:00	0	497	496	0	497	496	0
	5:00	0	500	499	0	500	499	0
	6:00	0	488	488	0	488	488	0
	7:00	33	456	489	33	456	489	0
	8:00	151	416	566	151	416	566	0
	9:00	274	390	664	274	390	664	0
	10:00	375	387	762	375	387	762	0
	11:00	438	388	826	438	388	826	0
	12:00	463	384	846	463	384	846	0
	13:00	453	373	826	453	373	826	0
	14:00	433	364	797	433	364	797	0
	15:00	371	370	740	371	370	740	0
	16:00	275	370	645	275	370	645	0
	17:00	144	377	521	144	377	521	0
	18:00	28	386	415	28	386	415	0
	19:00	0	390	390	0	390	390	0
	20:00	0	398	398	0	398	398	0
	21:00	0	389	389	0	389	389	0
	22:00	0	395	394	0	395	394	0
	23:00	0	418	418	0	418	418	0

Día tipo de OCTUBRE	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	422	421	0	422	421	0
	1:00	0	430	430	0	430	430	0
	2:00	0	450	450	0	450	450	0
	3:00	0	473	473	0	473	473	0
	4:00	0	470	470	0	470	470	0
	5:00	0	464	464	0	464	464	0
	6:00	0	465	465	0	465	465	0
	7:00	2	455	457	2	455	457	0
	8:00	97	421	518	97	421	518	0
	9:00	222	401	623	222	401	623	0
	10:00	302	403	705	302	403	705	0
	11:00	344	408	751	344	408	751	0
	12:00	366	408	774	366	408	774	0
	13:00	359	411	771	359	411	771	0
	14:00	326	411	737	326	411	737	0
	15:00	272	415	686	272	415	686	0
	16:00	168	412	580	168	412	580	0
	17:00	65	426	492	65	426	492	0
	18:00	0	438	439	0	438	439	0
	19:00	0	448	447	0	448	447	0
	20:00	0	451	450	0	451	450	0
	21:00	0	454	454	0	454	454	0
	22:00	0	433	432	0	433	432	0
	23:00	0	421	420	0	421	420	0



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
No Colegiado: 0002593
JUAN PABLO FUERTOLAS RODRIGUEZ
VISADO Nº VD01360-24A
DE FECHA 16/11/24
E-VISADO

Pág. 10 de 18

Día tipo de NOVIEMBRE (con corte de canal)	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	0	0	0	0	0	0
	1:00	0	0	0	0	0	0	0
	2:00	0	0	0	0	0	0	0
	3:00	0	0	0	0	0	0	0
	4:00	0	0	0	0	0	0	0
	5:00	0	0	0	0	0	0	0
	6:00	0	0	0	0	0	0	0
	7:00	0	0	0	0	0	0	0
	8:00	22	0	22	22	0	22	0
	9:00	123	0	123	123	0	123	0
	10:00	199	0	199	199	0	199	0
	11:00	252	0	252	252	0	252	0
	12:00	293	0	293	293	0	293	0
	13:00	350	0	350	350	0	350	0
	14:00	309	0	309	309	0	309	0
	15:00	232	0	232	232	0	232	0
	16:00	129	0	129	129	0	129	0
	17:00	5	0	5	5	0	5	0
	18:00	0	0	0	0	0	0	0
	19:00	0	0	0	0	0	0	0
	20:00	0	0	0	0	0	0	0
	21:00	0	0	0	0	0	0	0
	22:00	0	0	0	0	0	0	0
	23:00	0	0	0	0	0	0	0

Día tipo de NOVIEMBRE (sin corte de canal)	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	499	498	0	499	498	0
	1:00	0	511	511	0	511	511	0
	2:00	0	506	506	0	506	506	0
	3:00	0	505	504	0	505	504	0
	4:00	0	517	516	0	517	516	0
	5:00	0	526	526	0	526	526	0
	6:00	0	528	527	0	528	527	0
	7:00	0	511	511	0	511	511	0
	8:00	22	530	552	22	530	552	0
	9:00	123	511	634	123	511	634	0
	10:00	199	484	682	199	484	682	0
	11:00	252	472	724	252	472	724	0
	12:00	293	452	746	293	452	746	0
	13:00	350	435	785	350	435	785	0
	14:00	309	433	743	309	433	743	0
	15:00	232	426	657	232	426	657	0
	16:00	129	420	549	129	420	549	0
	17:00	5	423	428	5	423	428	0
	18:00	0	446	446	0	446	446	0
	19:00	0	427	427	0	427	427	0
	20:00	0	421	420	0	421	420	0
	21:00	0	431	430	0	431	430	0
	22:00	0	427	427	0	427	427	0
	23:00	0	422	422	0	422	422	0



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



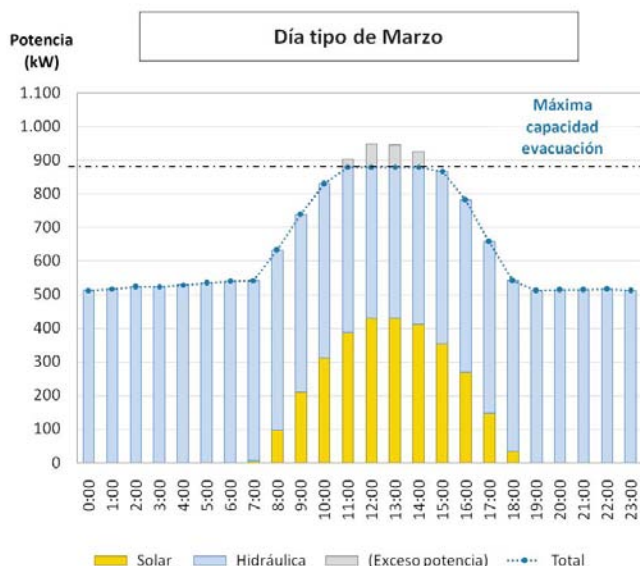
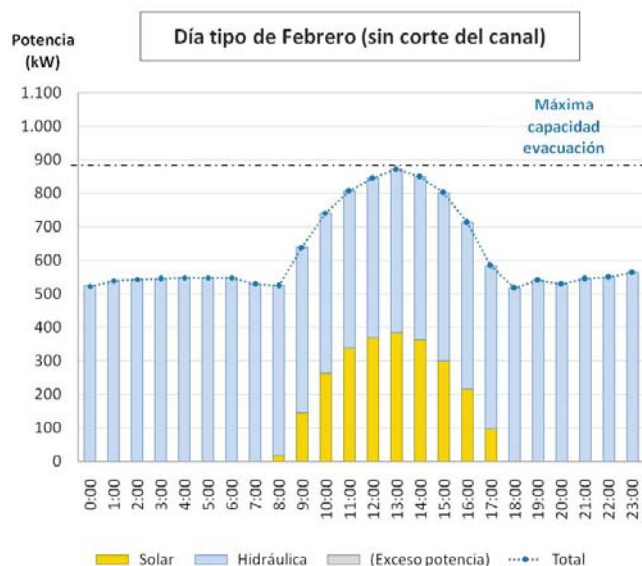
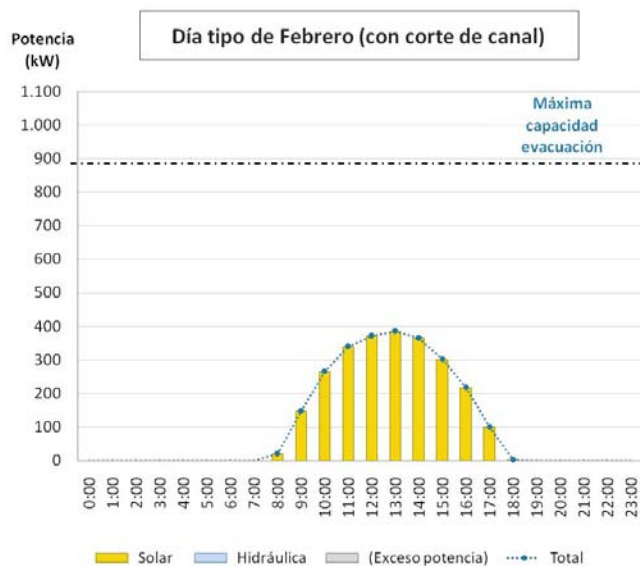
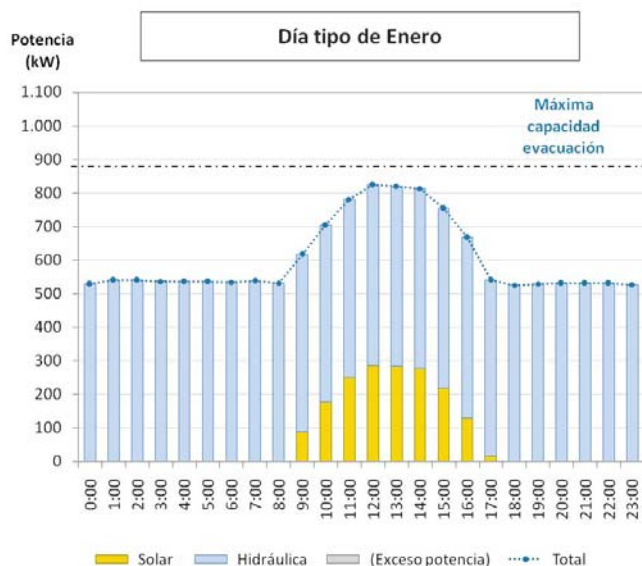
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
No Colegiado: 0002593
JUAN PABLO FUERTOLAS RODRIGUEZ
VISADO Nº VD01360-24A
DE FECHA 16/12/24
E-VISADO

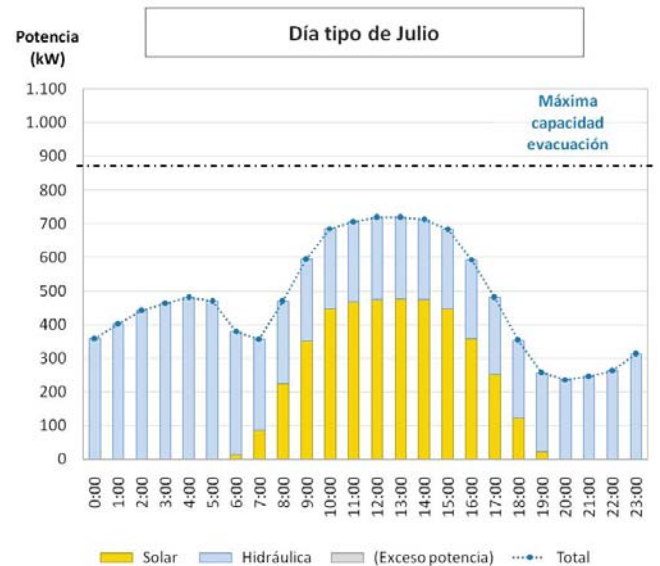
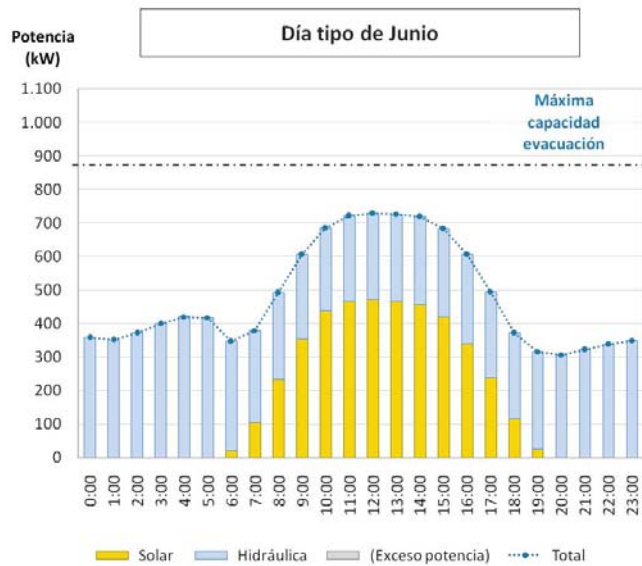
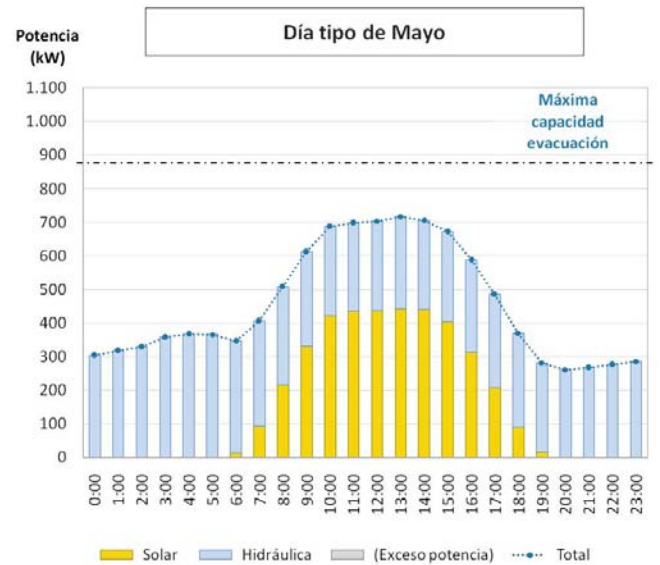
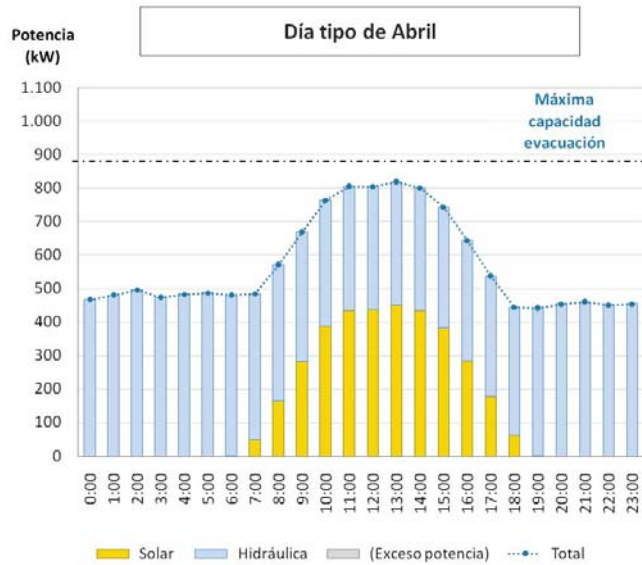
Pág. 11 de 18

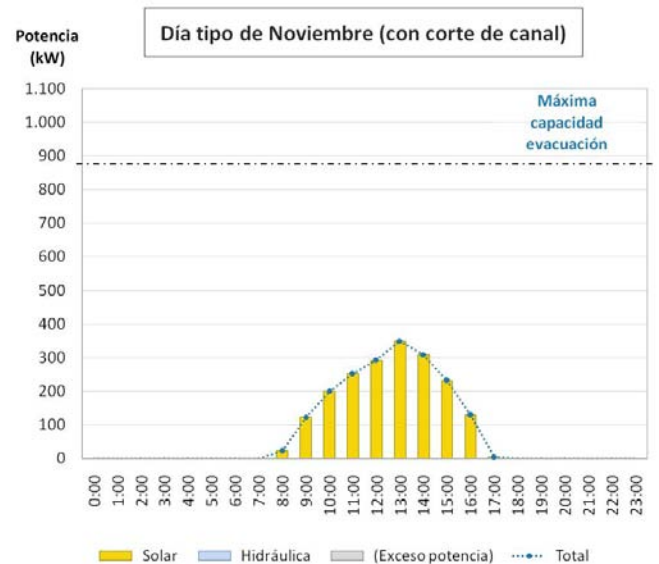
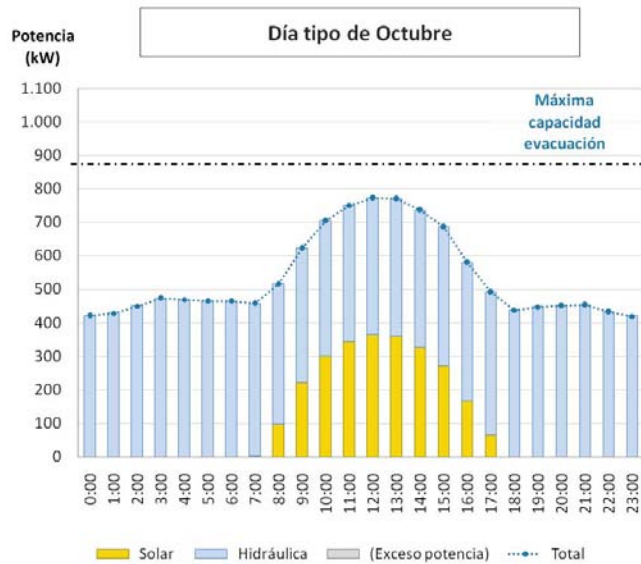
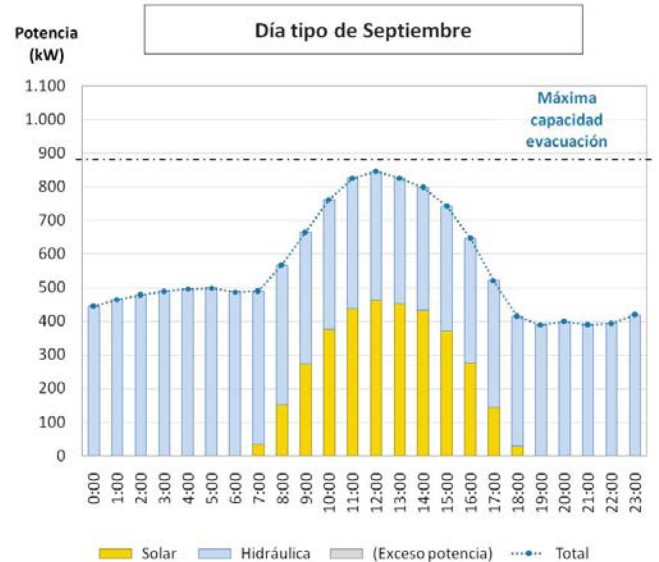
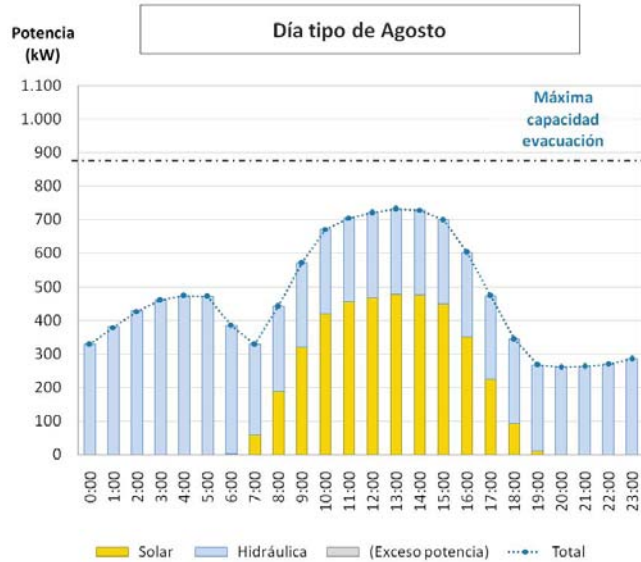
Día tipo de DICIEMBRE (con corte de canal)	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	0	0	0	0	0	0
	1:00	0	0	0	0	0	0	0
	2:00	0	0	0	0	0	0	0
	3:00	0	0	0	0	0	0	0
	4:00	0	0	0	0	0	0	0
	5:00	0	0	0	0	0	0	0
	6:00	0	0	0	0	0	0	0
	7:00	0	0	0	0	0	0	0
	8:00	0	0	0	0	0	0	0
	9:00	84	0	84	84	0	84	0
	10:00	159	0	159	159	0	159	0
	11:00	208	0	208	208	0	208	0
	12:00	243	0	243	243	0	243	0
	13:00	276	0	276	276	0	276	0
	14:00	249	0	249	249	0	249	0
	15:00	184	0	184	184	0	184	0
	16:00	106	0	106	106	0	106	0
	17:00	0	0	0	0	0	0	0
	18:00	0	0	0	0	0	0	0
	19:00	0	0	0	0	0	0	0
	20:00	0	0	0	0	0	0	0
	21:00	0	0	0	0	0	0	0
	22:00	0	0	0	0	0	0	0
	23:00	0	0	0	0	0	0	0

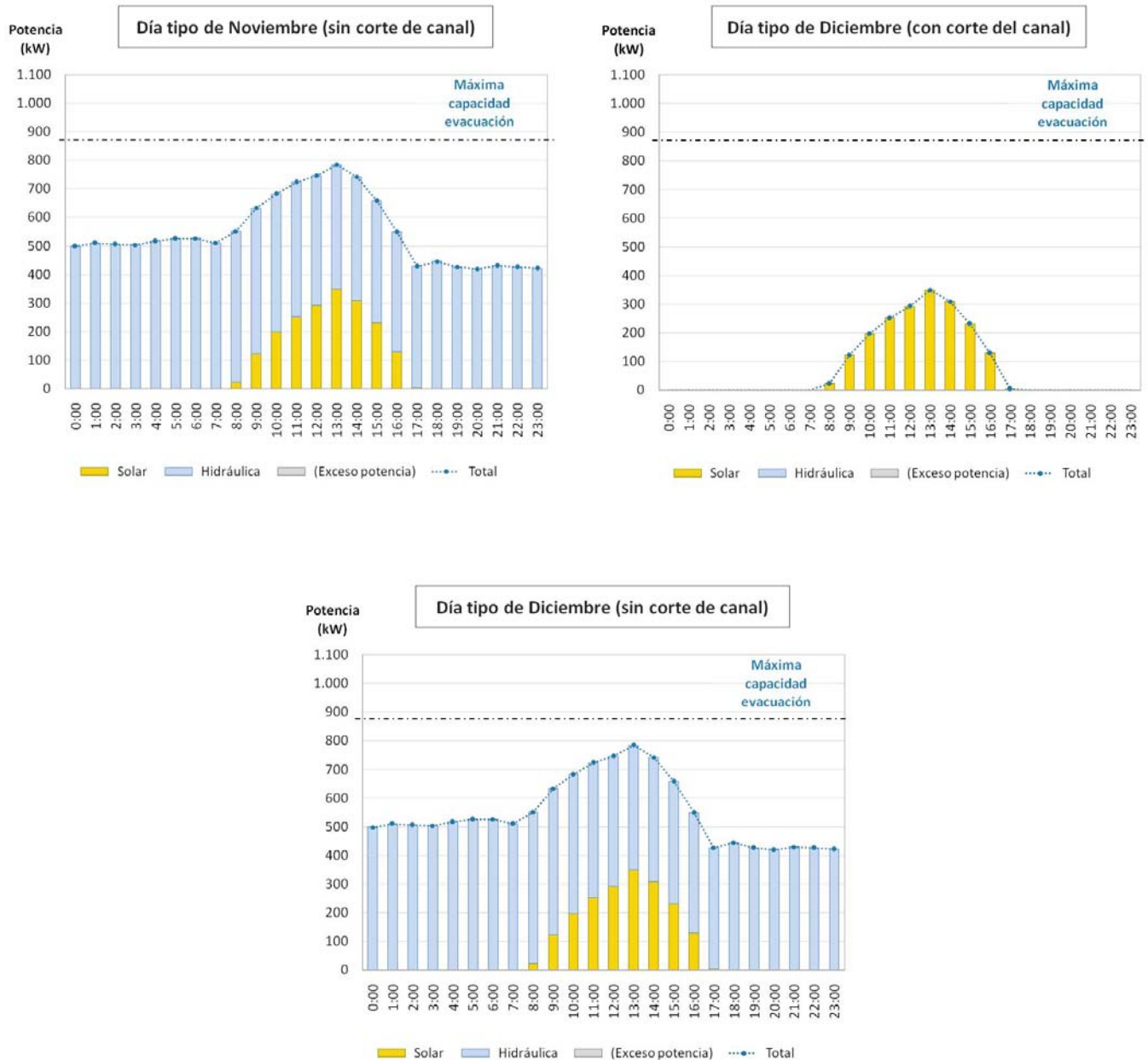
Día tipo de DICIEMBRE (sin corte de canal)	Hora	Potencia Solar (kW)	Potencia Hidráulica (kW)	Potencia Total (kW)	Energía Solar (kWh)	Energía Hidráulica (kWh)	Energía Total (kWh)	Exceso Energía (kWh)
	0:00	0	544	543	0	544	543	0
	1:00	0	543	543	0	543	543	0
	2:00	0	544	544	0	544	544	0
	3:00	0	544	544	0	544	544	0
	4:00	0	544	544	0	544	544	0
	5:00	0	544	544	0	544	544	0
	6:00	0	539	539	0	539	539	0
	7:00	0	527	527	0	527	527	0
	8:00	0	542	542	0	542	542	0
	9:00	84	544	628	84	544	628	0
	10:00	159	546	705	159	546	705	0
	11:00	208	540	748	208	540	748	0
	12:00	243	536	779	243	536	779	0
	13:00	276	543	819	276	543	819	0
	14:00	249	542	791	249	542	791	0
	15:00	184	543	727	184	543	727	0
	16:00	106	544	649	106	544	649	0
	17:00	0	539	539	0	539	539	0
	18:00	0	546	546	0	546	546	0
	19:00	0	559	558	0	559	558	0
	20:00	0	564	564	0	564	564	0
	21:00	0	564	564	0	564	564	0
	22:00	0	564	563	0	564	563	0
	23:00	0	563	563	0	563	563	0

En las siguientes gráficas se muestran los resultados anteriores para cada uno de los días tipo.









Como se puede observar, la máxima potencia conjunta solar-hidráulica supera en algunos momentos del año los 880 kW, por lo que es necesario limitar la producción de energía hidroeléctrica, para no exceder la capacidad de evacuación del punto de conexión.

Por tanto, se ha calculado el exceso de energía hidroeléctrica, para poder descontarlo a la hora de obtener los ingresos netos generados por el parque fotovoltaico.

3. RESUMEN DE RESULTADOS DE PRODUCCIÓN

En la siguiente tabla se muestra, para cada día tipo, la energía generada por cada una de las tecnologías y la suma de ambas:

	Energía Solar	Energía Hidráulica	Energía Total
1 día tipo de ENERO	1.729 kWh	12.676 kWh	14.405 kWh
1 día tipo de FEBRERO (con corte de canal)	2.504 kWh	0 kWh	2.504 kWh
1 día tipo de FEBRERO (sin corte de canal)	2.504 kWh	11.993 kWh	14.497 kWh
1 día tipo de MARZO	3.077 kWh	11.875 kWh	14.952 kWh
1 día tipo de ABRIL	3.546 kWh	10.108 kWh	13.654 kWh
1 día tipo de MAYO	3.868 kWh	6.669 kWh	10.537 kWh
1 día tipo de JUNIO	4.152 kWh	7.169 kWh	11.320 kWh
1 día tipo de JULIO	4.227 kWh	6.636 kWh	10.863 kWh
1 día tipo de AGOSTO	3.990 kWh	6.454 kWh	10.445 kWh
1 día tipo de SEPTIEMBRE	3.431 kWh	9.927 kWh	13.358 kWh
1 día tipo de OCTUBRE	2.519 kWh	10.326 kWh	12.845 kWh
1 día tipo de NOVIEMBRE (con corte de canal)	1.908 kWh	0 kWh	1.908 kWh
1 día tipo de NOVIEMBRE (sin corte de canal)	1.908 kWh	11.086 kWh	12.994 kWh
1 día tipo de DICIEMBRE (con corte de canal)	1.503 kWh	0 kWh	1.503 kWh
1 día tipo de DICIEMBRE (sin corte de canal)	1.503 kWh	12.945 kWh	14.448 kWh

Con estos datos se obtiene la producción mensual y el total anual, tal y como se indica en la siguiente tabla:

	Energía Solar	Energía Hidráulica	Energía Total
ENERO	53.592 kWh	392.970 kWh	446.562 kWh
FEBRERO	70.122 kWh	119.926 kWh	190.047 kWh
MARZO	95.387 kWh	368.129 kWh	463.516 kWh
ABRIL	106.388 kWh	303.239 kWh	409.627 kWh
MAYO	119.907 kWh	206.737 kWh	326.644 kWh
JUNIO	124.547 kWh	215.067 kWh	339.614 kWh
JULIO	131.052 kWh	205.713 kWh	336.765 kWh
AGOSTO	123.701 kWh	200.088 kWh	323.789 kWh
SEPTIEMBRE	102.936 kWh	297.808 kWh	400.744 kWh
OCTUBRE	78.076 kWh	320.112 kWh	398.188 kWh
NOVIEMBRE	57.254 kWh	66.515 kWh	123.770 kWh
DICIEMBRE	46.599 kWh	362.464 kWh	409.063 kWh
TOTAL ANUAL	1.109.562 kWh	3.058.768 kWh	4.168.330 kWh

Dado que se supera la capacidad máxima del punto de conexión, se produce un exceso de energía hidráulica que debe descontarse de la producción solar, para obtener los ingresos netos. Se entiende por ingreso neto el beneficio adicional generado por la instalación fotovoltaica sobre lo ya producido por la minicentral hidroeléctrica.

EXCESO DE ENERGÍA HIDRÁULICA	5.961 kWh	0,54%
ENERGIA SOLAR NETA	1.103.601 kWh	99,46%

Como se puede observar en las tablas anteriores, para una instalación fotovoltaica de 0,555 MW de potencia nominal se obtiene una producción promedio anual de 1.109.562 kWh, el exceso de energía hidráulica es de 5.961 kWh y por tanto la producción solar neta es de **1.103.601 kWh**.

4. CÁLCULO DE LOS INGRESOS

Para la estimación de los ingresos anuales, además de la producción de energía ya calculada, hay que tener en cuenta la variabilidad del precio de venta de dicha energía en el mercado eléctrico.

En la siguiente tabla se muestra la evolución de este precio desde el año 2012.

PRECIO DE LA ENERGÍA	
Importe de la energía año 2012	47,23 €/ MWh
Importe de la energía año 2013	44,26 €/ MWh
Importe de la energía año 2014	42,13 €/ MWh
Importe de la energía año 2015	50,32 €/ MWh
Importe de la energía año 2016	39,67 €/ MWh
Importe de la energía año 2017	52,24 €/ MWh
Importe de la energía año 2018	57,29 €/ MWh
Importe de la energía año 2019	47,68 €/ MWh
Importe de la energía año 2020	33,96 €/ MWh
Importe de la energía año 2021	111,93 €/ MWh
Importe de la energía año 2022	167,52 €/ MWh
Importe de la energía año 2023	87,43 €/ MWh
Importe medio de la energía	65,14 €/ MWh

Tal y como se puede observar, el precio medio de la energía en los últimos 12 años es de 65,14 €/MWh, habiéndose registrado un máximo de 167,52 €/MWh en el año 2022 y un mínimo de 33,96 €/MWh durante el año 2020.

Con estos datos de precio de la energía se pueden estimar los ingresos antes de impuestos obtenidos por la venta de la energía solar (1.103.601 kWh), obteniéndose un promedio de 71.888,57 € anuales, pudiéndose alcanzar un máximo de 184.875,24 € y un mínimo de 37.478,29 €.

Teniendo en cuenta que la tendencia actual en el precio de la energía es a la baja, sobre todo en las horas de mayor producción fotovoltaica, se recomienda realizar las previsiones económicas de forma conservadora utilizando un precio situado entre el promedio (65,14 €/MWh) y el mínimo (33,96 €/MWh), es decir con 49,55 €/MWh, lo cual implica una previsión de ingresos de **54.683,43 €**.

INGRESOS DE LA ENERGÍA SOLAR	
Ingresos de la energía solar año 2012	52.123,08 €
Ingresos de la energía solar año 2013	48.845,38 €
Ingresos de la energía solar año 2014	46.494,71 €
Ingresos de la energía solar año 2015	55.533,20 €
Ingresos de la energía solar año 2016	43.779,85 €
Ingresos de la energía solar año 2017	57.652,12 €
Ingresos de la energía solar año 2018	63.225,30 €
Ingresos de la energía solar año 2019	52.619,70 €
Ingresos de la energía solar año 2020	37.478,29 €
Ingresos de la energía solar año 2021	123.526,06 €
Ingresos de la energía solar año 2022	184.875,24 €
Ingresos de la energía solar año 2023	96.487,84 €
Ingresos medios de la energía solar	71.888,57 €
Ingresos previstos de la energía solar	54.683,43 €

Por último, hay que tener en cuenta que el exceso de energía hidráulica supondrá una reducción del caudal turbinado, que quedará disponible para otros usos.

Anejo nº 3. Cálculos eléctricos

ÍNDICE

1.	OBJETO	2
2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	2
2.1	CÁLCULO DEL GENERADOR FV	2
2.1.1.	CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS POR STRING	2
2.2	CÁLCULO DE CONDUCTORES	8
2.2.1.	CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DE BAJA TENSIÓN	8
2.2.2.	CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA DE BAJA TENSIÓN	13
2.3	CÁLCULO DE CORTOCIRCUITOS	39
2.3.1.	MODELO DE RED	39
2.3.2.	CONSIDERACIONES DE CÁLCULOS	42
2.3.3.	RESULTADOS	43
2.4	SELECCIÓN DE PROTECCIONES	44
2.4.1.	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	44
2.4.2.	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	44
2.4.3.	PROTECCIONES TRAMO RAMAS MÓDULOS FV – INVERSORES	45
2.4.4.	PROTECCIÓN TRAMO INVERSOR – CUADRO CENTRALIZACIÓN DE INVERSORES	45
2.4.5.	PROTECCIÓN TRAMO CUADROS CENTRALIZACIÓN DE INVERSORES – TRANSFORMADOR ADAPTADOR	47
2.4.6.	PROTECCIÓN TRAMO TRANSFORMADOR ADAPTADOR – CUADRO SALIDA DE LÍNEA PFV	47
2.4.7.	PROTECCIÓN LÍNEA DE INTERCONEXIÓN DE LA SALIDA DEL TRANSFORMADOR ADAPTADOR CON LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA	48
2.4.8.	PROTECCIÓN TRAMO CUADRO LLEGADA DE LÍNEA DE PFV A TRANSFORMADOR ELEVADOR	48
2.5	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE	49
3.	TABLAS E INFORMES	52
3.1	CÁLCULO DE CABLES DE STRINGS	52
3.2	CÁLCULO DE LÍNEAS DE INVERSORES A CUADRO DE CENTRALIZACIÓN	55

1. OBJETO

Este documento tiene por objeto describir los cálculos necesarios que justifican la elección de los distintos aparatos y elementos integrantes en las instalaciones proyectadas.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 CÁLCULO DEL GENERADOR FV

En esta sección se detallan los diferentes cálculos realizados en los diferentes equipos FV que componen la planta.

2.1.1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS POR STRING

El número de módulos que puede ser conectado en una misma serie en una planta FV se determina teniendo en cuenta dos condiciones.

La primera condición es que el valor de la tensión de la serie de módulos debe ser siempre inferior a la tensión máxima de entrada del inversor. Esto nos permite saber el número máximo de módulos que podemos conectar en una string.

La segunda condición es que la tensión de los módulos debe estar comprendida entre los valores del rango de tensión que maximiza la eficiencia del inversor, así obtenemos el número mínimo de módulos por string.

La tensión máxima de un módulo se alcanza en condiciones de baja temperatura. En ese momento es cuando los módulos operarán a alta eficiencia. Por lo tanto, se tiene:

$$N_{Smax} = \frac{V_{maxDC}}{V_{MP}(T_{cellmin})} \quad [1]$$

Donde:

- N_{Smax} : Número máximo de módulos por string

- $V_{\max DC}$: Menor valor entre tensión máxima entrada del inversor y tensión máxima del módulo. En este caso ambos parámetros tienen el mismo valor de 1.500 Vcc.
- $V_{MP} (T_{cellmin})$: Tensión de máxima potencia del módulo a la mínima temperatura de célula.

Para la determinación de $V_{MP} (T_{cellmin})$ se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{MP} (T_{cellmin}) = V_{MP} (25^{\circ}C) \cdot (1 + (\Delta T \cdot \Delta V_{OC}(\%))) \quad [2]$$

Donde:

- $V_{MP} (25^{\circ}C)$: Tensión de máxima potencia del módulo en condiciones standard de operación ($25^{\circ}C$). Para el módulo del proyecto (Tiger Pro 72HC 550 Watt de Jinko Solar) este valor es de 40,90 V.
- ΔT : diferencia de temperatura entre las condiciones de trabajo del módulo a temperatura mínima de célula y las condiciones estándar de operación ($25^{\circ}C$)
- $\Delta V_{OC} (\%)$: Coeficiente de caída de tensión del módulo a circuito abierto debido a la temperatura. Para el módulo del proyecto este valor es de -0,28 %/ $^{\circ}C$.

La temperatura mínima de la célula se dará cuando se alcance la mínima temperatura para la ubicación de la instalación. Para el caso en estudio se considerará $-10^{\circ}C$.

Los resultados obtenidos mediante las expresiones [1] y [2] se indican a continuación:

- $V_{MP} (T_{cellmin}) = 44,91 \text{ V}$
- $N_{Smax} = 33,4$

Por lo que el número máximo de módulos en serie será de 33 unidades.

La segunda condición, donde se obtiene el número mínimo de módulos por serie, viene dada en función de la máxima temperatura de la célula. Esta temperatura será alcanzada cuando el módulo esté generando a la tensión de máxima potencia, a temperaturas ambientes elevadas. El cálculo del número mínimo de módulos por string viene dado entonces por la siguiente fórmula:

$$N_{Smin} = \frac{V_{minMPPTinv}}{V_{MP} (T_{cellmax})} \quad [3]$$

Donde:

- N_{Smin} : Número mínimo de módulos por string
- $V_{minMPPTinv.}$: Tensión mínima del rango del MPPT del inversor. Para el caso del proyecto, un inversor ABB modelo PVS-175-TL de 185 kW tiene un rango de MPPT de 600-1500V, por lo que dicho valor toma el valor de 600 V.
- $V_{MP} (T_{cellmax})$: Tensión de máxima potencia del módulo cuando la célula trabaja a su máxima temperatura.

La tensión de máxima potencia del módulo se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$V_{MP}(T_{cellmax}) = V_{MP}(25^{\circ}C) \cdot (1 + (\Delta T \cdot \Delta V_{OC}(\%))) \quad [4]$$

Donde:

- $V_{MP} (25^{\circ}C)$: Tensión de máxima potencia del módulo en condiciones standard de operación ($25^{\circ}C$). Para el módulo del proyecto (Tiger Pro 72HC 550 Watt de Jinko Solar) este valor es de 40,90 V.
- ΔT : diferencia de temperatura entre las condiciones de trabajo del módulo a temperatura máxima de célula y las condiciones estándar de operación ($25^{\circ}C$)
- $\Delta V_{OC} (\%)$: Coeficiente de caída de tensión del módulo a circuito abierto debido a la temperatura. Para el módulo del proyecto este valor es de -0,28 %/ $^{\circ}C$.

La temperatura máxima de la célula se considerará $65^{\circ}C$ dada la latitud en la que se ubicará el parque fotovoltaico.

Utilizando entonces los valores indicados para el proyecto en las expresiones [3] y [4] y se tiene lo siguiente:

- $V_{MP} (T_{cellmax}) = 36,32 \text{ V}$
- $N_{Smin} = 16,52$

Por lo que el número mínimo de módulos en serie sería de 17 unidades.

Considerando entonces que el rango posible de módulos en serie para el proyecto es de [17, 33] se decide una longitud de string de 20, valor intermedio del rango.

Por último, una vez definido el número de módulos para cada string, se debe verificar que la tensión de circuito abierto V_{OC} en condiciones extremas de temperatura está por debajo de la máxima tensión admisible del inversor. Según se ha observado en los apartados anteriores, esta situación se produce a bajas temperaturas. Para el caso en estudio se ha considerado -10°C . Para obtener el valor se aplicará la siguiente fórmula:

$$V_{maxinv} > N^{\circ} \text{ módulos} \cdot V_{OC}(T_{cellmin}) \quad [5]$$

Donde:

- V_{maxinv} : Tensión máxima de entrada del inversor.
- N° módulos: Número de módulos en serie que compone el string.
- $V_{OC}(T_{cellmin})$: Tensión de vacío del módulo a la mínima temperatura de célula.

La tensión de vacío del módulo en situación de baja temperaturas se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_{OC}(T_{cellmin}) = V_{OC}(25^{\circ}\text{C}) \cdot \left(1 + (\Delta T \cdot \Delta V_{OC}(\%))\right) \quad [6]$$

Donde:

- $V_{OC}(25^{\circ}\text{C})$: Tensión de vacío del módulo en condiciones estándar. Para el módulo del proyecto (Tiger Pro 72HC 550 Watt de Jinko Solar) este valor es de 49,62 V.
- ΔT : diferencia de temperatura entre las condiciones de trabajo del módulo a temperatura mínima de célula y las condiciones estándar de operación (25°C)
- $\Delta V_{OC}(\%)$: Coeficiente de caída de tensión del módulo a circuito abierto debido a la temperatura. Para el módulo del proyecto este valor es de $-0,28 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Utilizando los valores indicados para el proyecto, se obtiene el siguiente resultado según las expresiones [5] y [6]:

- $V_{OC}(T_{cellmin}) = 54,48 \text{ V}$

- $V_{maxinv} : 1.089,65 \text{ V}$

Se tiene que la tensión de circuito abierto V_{OC} en condiciones extremas de temperatura es inferior al valor máximo asignada al inversor ($1.500V_{cc}$).

El número de ramas que pueden conectarse en paralelo a cada uno de los reguladores de tensión MPPT del inversor se elige de tal forma que no se supere la corriente máxima de entrada del propio circuito del regulador. Los módulos FV entregan la máxima corriente en situación de cortocircuito y en condiciones de baja temperatura. Para el caso en estudio se ha considerado - 10 °C. Para determinar este valor se utilizará la siguiente fórmula:

$$I_{sc}(T_{cellmax}) \cdot N^{\circ} \text{ ramas} < I_{maxinv} \quad [7]$$

Donde:

- $I_{sc}(T_{cellmax})$: Intensidad de cortocircuito del módulo cuando la célula trabaja a su máxima temperatura. Para este caso se ha definido en 65°C.
- $N^{\circ} \text{ ramas}$: Número de ramas en paralelo conectadas a uno de los reguladores de tensión MPPT del inversor. En este caso el número de ramas permitidas para cada uno de los reguladores MPPT será 2.
- I_{maxinv} : Intensidad máxima de cortocircuito del circuito del regulador de tensión MPPT del inversor. Para el caso del proyecto, un inversor ABB modelo PVS-175-TL de 185 kW tiene un valor de 30 A.

La intensidad de cortocircuito del módulo en situación de temperatura máxima se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{sc}(T_{cellmax}) = I_{sc}(25^{\circ}\text{C}) \cdot \left(1 + (\Delta T \cdot \Delta I_{sc}(\%))\right) \quad [8]$$

Donde:

- $I_{sc}(25^{\circ}\text{C})$: Intensidad de cortocircuito del módulo en condiciones estándar. Para el módulo del proyecto (Tiger Pro 72HC 550 Watt de Jinko Solar) este valor es de 14,03 A.
- ΔT : diferencia de temperatura entre las condiciones de trabajo del módulo a temperatura máxima de célula y las condiciones estándar de operación (25°C)

- ΔI_{SC} (%): Coeficiente de variación de intensidad del módulo en cortocircuito debido a la temperatura. Para el módulo del proyecto este valor es de 0,048 %/°C.

Los resultados obtenidos mediante las expresiones [7] y [8] se indican a continuación:

- $I_{SC}(T_{cellmax}) = 14,30A$
- $I_{maxINV} : 28,60A$

El valor obtenido es inferior a la intensidad máxima de entrada de cada circuito de regulador MPPT del inversor (30 A) lo que asegura el correcto funcionamiento de la instalación.

2.2 CÁLCULO DE CONDUCTORES

El cálculo y justificación de los conductores seleccionados para la instalación se realiza atendiendo a los criterios establecidos en las diferentes normas y reglamentos vigentes que le son de aplicación, en especial el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) y la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

Los criterios generales para el dimensionamiento de los conductores, independientemente de la tensión de utilización, naturaleza de la corriente o de tipo de instalación son los siguientes:

- Nivel de aislamiento
- Intensidad máxima de operación
- Intensidad de cortocircuito
- Caída de tensión

Se justifican a continuación los principales tipos de conductores que se encuentran en la instalación.

2.2.1. CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DE BAJA TENSIÓN

2.2.1.1. TRAMO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS A INVERSORES

Los conductores utilizados son de tipo H1Z2Z2-K 1/1kVac 1,5/1,5kVdc y conductor de cobre estañado, diseñado especialmente para aplicaciones fotovoltaicas (según normas de diseño EN 50618, IEC 62930).

Nivel aislamiento

La tensión máxima que soportarán los conductores según cálculo será:

$$V_{oc, string} = V_{oc} (T_{cellmin}) \cdot N_s = 54,48 \text{ V} \cdot 20 \text{ módulos} = 1.089,65 \text{ V}$$

Como el aislamiento del cable tiene una tensión nominal de 1.500 V, el conductor soportará la tensión en las condiciones más desfavorables.

Intensidad máxima de operación

Para calcular la intensidad máxima de operación de un string, se calcula la intensidad que circulará por ellos en las condiciones de cortocircuito a la temperatura máxima de operación del módulo (-10 °C), que es 14,30 A.

De acuerdo a la ITC-BT 40 del REBT, los conductores deben ser calculados con un factor de seguridad de 1,25.

Por lo tanto:

$$I_{\text{maxstring}} = 1,25 \cdot I_{\text{SC65}^{\circ}\text{C}} = 1,25 \cdot 14,30 \text{ A} = 17,87 \text{ A}$$

El conductor escogido tiene una sección mínima de 6 mm². Para la determinación de la intensidad máxima que puede éste llevar sin superar la temperatura máxima de diseño y acortando, por tanto, su vida útil, se ha de hacer considerando las condiciones más desfavorables que puede encontrar el conductor en su recorrido.

En este caso, la condición más desfavorable se da cuando el conductor discurre por el interior de un tubo enterrado. La intensidad que puede transportar un cable de conductor de cobre con aislamiento termoestable, en montaje tipo D1/D2 (enterrado directamente o en el interior de una canalización o tubo) y en montaje en condiciones estándar (terreno a 25 °C, 0,7 m de profundidad y resistividad térmica de 2,5 K·m/W) se puede obtener de la norma UNE-HD 60364-5-52, tabla C.52.2.bis, de la que se extrae el valor de la sección empleada:

Sección (mm ²)	I _{adm} (A)
6	53

Como las condiciones de la instalación en la planta difieren de las de la norma, se deben aplicar una serie de coeficientes de ajuste para adaptar los valores de la tabla anterior, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{resist}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot k_{\text{prof}} \cdot I_{\text{adm}}$$

Donde:

- I_{corr} : intensidad máxima admisible corregida para las condiciones de instalación reales.
- k_{temp} : factor de corrección de temperatura del terreno.
- k_{resist} : factor de corrección de resistividad térmica del terreno
- k_{agrup} : factor de corrección de agrupamiento con más conductores próximos
- k_{prof} : factor de corrección de profundidad de enterramiento
- I_{adm} : intensidad admisible en condiciones de instalación tipo según la norma

Se justifican a continuación los diferentes factores de corrección adoptados:

Temperatura del terreno: se adopta una temperatura del terreno de 25 °C, por lo que no se requiere aplicar ningún coeficiente corrector. Por tanto:

$$k_{\text{temp}} = 1,0$$

Resistividad térmica del terreno: se estima una resistividad de 2,0 K·m/W. Según la tabla B.52.16 de la norma UNE-HD 60364-5-52, el factor de corrección para cables en conductos enterrados es:

$$k_{\text{resist}} = 1,05$$

Agrupamiento de circuitos: el número máximo de circuitos en paralelo que van a discurrir es de 14. Si se considera que los conductos van a estar en contacto entre sí, la tabla B.52.19 de la anterior norma citada, proporciona el factor de corrección:

$$k_{\text{agrup}} = 0,42$$

Profundidad: Considerando que los circuitos discurren a una profundidad de 0,8 m, el REBT en la instrucción ITC-BT 7, tabla 9 se indica que para dicha profundidad:

$$k_{\text{prof}} = 0,99$$

Por lo tanto, la intensidad admisible de los conductores será:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{resist}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot k_{\text{prof}} \cdot I_{\text{adm}} = 1,0 \cdot 1,05 \cdot 0,42 \cdot 0,99 \cdot 53 = 23,1 \text{ A}$$

Dado que la máxima intensidad que va a circular por el conductor es 17,87 A, según se ha calculado arriba, el conductor es válido por el criterio de intensidad máxima de operación.

Intensidad de cortocircuito

Por la conexión de los distintos strings en el inversor, en caso de cortocircuito en un string, además de la corriente de cortocircuito que aportarían los módulos del string afectado, habría que añadir la corriente de los restantes strings que van a ese inversor.

Por un lado, la corriente de cortocircuito del string afectado se ha calculado y con este valor se ha dimensionado el cable de conexión, por lo que podría soportar esa corriente por un tiempo indefinido.

Por otra parte, la corriente máxima que aportarían el resto de strings sería:

$$I_{\text{cc}} = (N_s - 1) \cdot I_{\text{maxstring}} = 19 \cdot 17,87 = 339,53 \text{ A}$$

Se admite que el cable puede soportar una temperatura máxima de 250 °C en condiciones de cortocircuito durante un corto periodo de tiempo (hasta la actuación de las protecciones).

La corriente máxima que puede soportar el cable se obtiene de la siguiente expresión obtenida de la norma UNE-HD 60364-4-43:

$$I_{\text{cc}} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito en A

- k: constante que depende de la naturaleza del conductor (cobre o aluminio) y del tipo de aislamiento. Para cobre y aislamiento termoestable, k vale 143
- S: Sección del conductor en mm²
- t: duración del cortocircuito (mínimo 0,1 s, máximo 5 s)

Así pues, para un cortocircuito de 1 segundo de duración, la intensidad que puede soportar un cable de 6 mm² de sección de cobre es de:

$$I_{ccadm} = 858 \text{ A}$$

Valor muy superior a la intensidad que aportan al cortocircuito los restantes strings. No obstante, debido a que en el inversor se disponen de desconectores integrados de DC a la entrada de cada par de string, en caso de cortocircuito los cables quedarían protegidos en cabecera por este dispositivo frente a cortocircuitos de mayor duración del tiempo calculado.

Caída de tensión

El REBT establece que la caída máxima de tensión desde los módulos fotovoltaicos al inversor no supere 1,5 % de la tensión MPP.

La caída de tensión en un tramo se calcula con la expresión:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I_{mpp}}{S}$$

En la que:

- ΔV : Caída de tensión, en V
- ρ : resistividad del material conductor a 90 °C (0,022 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- L: longitud del tramo en m
- I_{mpp} : corriente a máxima potencia del módulo a temperatura de trabajo habitual (50 °C), en A
- S: sección del conductor, en mm².

La caída de tensión porcentual se obtiene de esta otra expresión:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V_{mpp}} \cdot 100$$

con:

- $\Delta V (\%)$: Caída de tensión porcentual, en %
- ΔV : Caída de tensión en el tramo, en V
- V_{mpp} : Tensión a máxima potencia del módulo a la temperatura habitual de trabajo (50°C), en V

Los valores de I_{mpp} y V_{mpp} se obtienen de forma aproximada de los parámetros característicos de los módulos fotovoltaicos en condiciones de test STC, corregidos a la temperatura de trabajo. Para 50 °C, estos valores son los siguientes:

$$I_{mpp\ 50^{\circ}\text{C}} = 13,61\ \text{A}$$

$$V_{mpp\ 50^{\circ}\text{C}} = 38,04\ \text{V}$$

Como la caída de tensión depende de la longitud del tramo considerada, se calcula ésta para cada uno de los strings más adelante.

2.2.2. CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA DE BAJA TENSIÓN

2.2.2.1. TRAMO DE INVERSOR A CUADRO DE CENTRALIZACIÓN DE INVERSORES

Los conductores utilizados para este tramo son de tipo AL XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2) kV AC 1,5/1,5 kV (1,8) kV DC y conductor de aluminio, adecuado para aplicaciones fotovoltaicas, según norma de diseño UNE-HD 603-5X-1.

Nivel aislamiento

La tensión máxima que soportarán los conductores será:

$$V_n = 800V_{ca}$$

Como el aislamiento del cable tiene una tensión nominal de 1.200 V, el conductor soportará la tensión sin daño.

Intensidad máxima de operación

La intensidad más elevada que va a transportar este conductor se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

donde:

- I_n : intensidad nominal de salida del inversor, en amperios
- P_n : potencia nominal del inversor, en vatios
- V_n : tensión de salida del inversor, en voltios
- $\cos\varphi$: factor de potencia de la línea

Si se tiene en cuenta que el inversor va a proporcionar una potencia máxima de 185 kW a 800Vca, y asumiendo un factor de potencia $\cos\varphi = 1,0$, se tiene:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot \cos\varphi} = \frac{185.000}{\sqrt{3} \cdot 800 \cdot 1} = 133,51 \text{ A}$$

Según la hoja de datos, el valor máximo de intensidad de salida del inversor en C.A. es de 134 A. Al ser este valor más restrictivo, se tomará para la realización de los cálculos por este criterio.

El REBT en su instrucción técnica ITC-BT 40 indica que los conductores deben ser dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad máxima del generador. Por tanto:

$$I_{\max} = 1,25 \cdot I_n = 1,25 \cdot 134 = 167,5 \text{ A}$$

El conductor escogido para la unión del inversor con el cuadro de centralización de inversores será XZ1 AL 0,6/1 kV 3x1x240 mm². Para la determinación de la intensidad máxima que puede llevar este cable sin superar la temperatura máxima de diseño y acortando, por tanto, su vida útil, se ha de hacer considerando las condiciones más desfavorables que puede encontrar el conductor en su recorrido.

En este caso los conductores discurrirán directamente enterrados. Sin embargo, la condición más desfavorable se da cuando el conductor discurre por el interior de un tubo enterrado en el cruce de viales. La intensidad que pueden transportar una terna de cables de conductor de aluminio con aislamiento termoestable, en montaje tipo D1/D2 (enterrado directamente o en el interior de una canalización o tubo) y en montaje en condiciones estándar (terreno a 25 °C, 0,7 m de profundidad y resistividad térmica de 2,5 K·m/W) se puede obtener de la norma UNE-HD 60364-5-52, tabla C.52.2.bis, de la que se extrae el valor de la sección empleada:

Sección (mm ²)	I _{adm} (A)
240	261

Como las condiciones de la instalación en la planta difieren de las de la norma, se deben aplicar una serie de coeficientes de ajuste para adaptar los valores de la tabla anterior, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{resist}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot k_{\text{prof}} \cdot I_{\text{adm}}$$

Donde:

- I_{corr} : intensidad máxima admisible corregida para las condiciones de instalación reales.
- k_{temp} : factor de corrección de temperatura del terreno.
- k_{resist} : factor de corrección de resistividad térmica del terreno

- k_{agrup} : factor de corrección de agrupamiento con más conductores próximos
- k_{prof} : factor de corrección de profundidad de enterramiento
- I_{adm} : intensidad admisible en condiciones de instalación tipo según la norma

Se justifican a continuación los diferentes factores de corrección adoptados:

Temperatura del terreno: se adopta una temperatura del terreno de 25 °C, por lo que no se requiere aplicar ningún coeficiente corrector. Por tanto:

$$k_{temp} = 1,0$$

Resistividad térmica del terreno: se estima una resistividad de 2,0 K·m/W. Según la tabla B.52.16 de la norma UNE-HD 60364-5-52, el factor de corrección para cables directamente enterrados es:

$$k_{resist} = 1,12$$

Agrupamiento de circuitos: el número máximo de circuitos en paralelo que van a discurrir es de 3. Si se considera que los conductos van a estar a una distancia de 0,25 m entre sí, la tabla B.52.19 de la anterior norma citada, proporciona el factor de corrección:

$$k_{agrup} = 0,85$$

Profundidad: Considerando que los circuitos discurren a una profundidad de 0,8 m, el REBT en la instrucción ITC-BT 7, tabla 9 se indica que para dicha profundidad:

$$k_{prof} = 0,99$$

Por lo tanto, la intensidad admisible de los conductores será:

$$I_{corr} = k_{temp} \cdot k_{resist} \cdot k_{agrup} \cdot k_{prof} \cdot I_{adm} = 1,0 \cdot 1,12 \cdot 0,85 \cdot 0,99 \cdot 261 = 245,99 \text{ A}$$

Dado que la máxima intensidad que va a circular por el conductor es 167,35 A, según se ha calculado arriba, el conductor es válido por el criterio de intensidad máxima de operación.

Intensidad de cortocircuito

En caso de cortocircuito, la corriente que puede transportar sin que sufra daños por sobrecalentamiento, se calcula con la expresión obtenida de la norma UNE-HD 60364-4-43:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito en amperios
- k : constante que depende de la naturaleza del conductor (cobre o aluminio) y del tipo de aislamiento. Para aluminio y aislamiento termoestable, $k = 94$
- S : Sección del conductor en mm^2
- t : duración del cortocircuito (mínimo 0,1 s, máximo 5 s)

Así pues, para un cortocircuito de 0,5 segundos de duración, la intensidad que puede soportar un cable de 240 mm^2 de sección de aluminio es de:

$$I_{ccadm} = 31.905 \text{ A}$$

El inversor se conecta a la red de generación de 0,69 kV de la Central Hidroeléctrica de Jalón a través de un transformador de adaptación. A su vez esta red de generación se conecta a la red de distribución de 15 kV a través de un transformador elevador, por lo que una falta en la línea que une el inversor y las barras de generación de 0,69 kV va a recibir una aportación al cortocircuito desde la red.

La corriente de cortocircuito aportada por la red de distribución en este punto, como se verá en otro apartado, será inferior a este valor (21,63kA). Además, ha de tenerse en cuenta que las protecciones eléctricas disponibles en cabecera interrumpirán la corriente en un tiempo muy breve (alrededor de 50-80 ms), lo que hará que el conductor no se vea dañado por efectos térmicos en caso de cortocircuito.

Caída de tensión

Se establece como criterio de cálculo, que la caída de tensión del inversor al cuadro de centralización del edificio de centralización y control no supere 1,5 % de la tensión nominal.

La caída de tensión en un tramo con alimentación trifásica se calcula con la expresión:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_n \cdot \cos\varphi}{S}$$

En la que:

- ΔV : Caída de tensión, en Voltios
- ρ : resistividad del material conductor a 90 °C (0,036 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- L : longitud del tramo en metros
- I_n : corriente nominal del inversor
- $\cos\varphi$: factor de potencia de la línea
- S : sección del conductor, en mm^2 .

La caída de tensión porcentual se obtiene de esta otra expresión:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V_n} \cdot 100$$

con:

- $\Delta V(\%)$: Caída de tensión porcentual, en %
- ΔV : Caída de tensión en el tramo, en V
- V_n : Tensión nominal de salida del inversor, en V

Como la caída de tensión depende de la longitud del tramo del inversor considerada, se calcula ésta para cada uno de ellos más adelante.

2.2.2.2. TRAMO DE CUADRO DE CENTRALIZACIÓN DE INVERSORES A TRANSFORMADOR ADAPTADOR

Los conductores utilizados para este tramo son de tipo AL XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2) kV AC 1,5/1,5 kV (1,8) kV DC y conductor de aluminio, adecuado para aplicaciones fotovoltaicas, según norma de diseño UNE-HD 603-5X-1.

Nivel aislamiento

La tensión máxima que soportarán los conductores será:

$$V_n = 800 V_{ca}$$

Como el aislamiento del cable tiene una tensión nominal de 1.200 V, el conductor soportará la tensión sin daño.

Intensidad máxima de operación

El dimensionamiento de esta conexión se hará para tener capacidad de transportar toda la intensidad que pueden proporcionar el conjunto de inversores que conforman la planta fotovoltaica y que puede soportar el transformador adaptador por el lado de alta tensión. Así, la intensidad máxima que puede admitir se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

donde:

- I_n : intensidad nominal del lado primario del transformador adaptador, en amperios
- S_n : potencia aparente nominal del transformador, en VA
- V_n : tensión nominal del primario del transformador, en V

Dado que el transformador tiene una potencia nominal de 630 kVA, y una relación de transformación 0,8/0,69 kV, en el lado primario se tiene:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{630.000}{\sqrt{3} \cdot 800} = 454,66 A$$

Se considerará una sobrecarga del 10%, por lo que la intensidad máxima en el lado primario del transformador esperada será:

$$I_n = 500,13 \text{ A}$$

No obstante, el REBT en su instrucción técnica ITC-BT 40 también se indica que los conductores deben ser dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad máxima del generador. Dado que la intensidad nominal de cada inversor, según se ha justificado en el apartado anterior, es de 134 A, se tiene finalmente:

$$I_{\max} = 1,25 \cdot I_n = 1,25 \cdot 3 \cdot 134 = 402 \text{ A}$$

Puesto que el valor de intensidad en el lado primario del transformador es el mayor de los dos, será éste el que se utilice para el dimensionamiento del tramo en consideración.

El conductor escogido para la unión del cuadro de agrupación de inversores con el transformador adaptador será AL XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2)kV AC 1,5/1,5 kV (1,8)kV DC 2x(3x1x240) mm². Para la determinación de la intensidad máxima que puede llevar este cable sin superar la temperatura máxima de diseño y acortando, por tanto, su vida útil, se ha de hacer considerando las condiciones más desfavorables que puede encontrar el conductor en su recorrido.

Estos conductores van a tenderse en bandejas perforadas, por lo que el método de instalación según la clasificación de la norma UNE-HD 60364-5-52, será la F. Esta norma, en la tabla C.52.1 especifica la intensidad máxima que admite por conductor un cable con aislamiento termoestable (XLPE), con tres conductores cargados de aluminio a temperatura del ambiente a 40 °C:

Sección (mm ²)	I _{adm} (A)
240	399

Como las condiciones de la instalación difieren de las de la norma, se deben aplicar una serie de coeficientes de ajuste para adaptar los valores de la tabla anterior, según la siguiente expresión:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot I_{\text{adm}}$$

Donde:

- I_{corr} : intensidad máxima admisible corregida para las condiciones de instalación reales.
- k_{temp} : factor de corrección de temperatura ambiental.
- k_{agrup} : factor de corrección de agrupamiento con más conductores próximos
- I_{adm} : intensidad admisible en condiciones de instalación tipo según la norma

Se justifican a continuación los diferentes factores de corrección adoptados:

Temperatura ambiental: se estima una temperatura ambiente máxima de 40 °C. por lo que no se requiere aplicar ningún coeficiente corrector. Por tanto:

$$k_{temp} = 1,0$$

Agrupamiento de circuitos: el número máximo de circuitos en paralelo que van a discurrir es de 2. Si se considera que las ternas van a estar instaladas sobre bandeja perforada, con una distancia de al menos a 20 mm entre la bandeja y el muro y de 225 mm entre cables, la tabla B.52.21 de la anterior norma citada, proporciona el factor de corrección:

$$k_{agrup} = 0,98$$

Por lo tanto, la intensidad admisible de los conductores (por terna) será:

$$I_{corr} = k_{temp} \cdot k_{agrup} \cdot I_{adm} = 1,0 \cdot 0,98 \cdot 399 = 391 \text{ A}$$

Si el número total de ternas es 2, la intensidad total que puede transportar es de:

$$I_{tot} = n \cdot I_{corr} = 2 \cdot 391,02 = 782,04 \text{ A}$$

Dado que la máxima intensidad que va a circular por el tramo es de 500,13 A, según se ha calculado arriba, el conductor es válido por el criterio de intensidad máxima de operación.

Intensidad de cortocircuito

En caso de cortocircuito, la corriente que puede transportar sin que sufra daños por sobrecalentamiento, se calcula con la expresión obtenida de la norma UNE-HD 60364-4-43:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito en amperios
- k : constante que depende de la naturaleza del conductor (cobre o aluminio) y del tipo de aislamiento. Para aluminio y aislamiento termoestable, $k = 94$
- S : Sección del conductor en mm^2
- t : duración del cortocircuito (mínimo 0,1 s, máximo 5 s)

Así pues, para un cortocircuito de 1 segundo de duración, la intensidad que puede soportar un cable con dos conductores por fase de 240 mm^2 de sección de aluminio es de:

$$I_{ccadm} = 45.120 \text{ A}$$

La corriente de cortocircuito aportada por la red de distribución en este punto (5,84kA) es muy inferior a este valor. Además, ha de tenerse en cuenta que las protecciones eléctricas disponibles en cabecera interrumpirán la corriente en un tiempo muy breve (alrededor de 50-80 ms), lo que hará que el conductor no se vea dañado por efectos térmicos en caso de cortocircuito.

Caída de tensión

Se calcula con la siguiente expresión la caída de tensión en este tramo:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_n}{S}$$

En la que:

- ΔV : Caída de tensión, en V

- ρ : resistividad del material conductor a 90 °C ($0,036\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- L: longitud del tramo en m
- I_n : corriente nominal del transformador en el devanado secundario, en A
- S: sección del conductor, en mm^2

La longitud de este tramo es de 10 m. Esto da:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,036 \cdot 10 \cdot 500,13}{2 \cdot 240} = 0,65 \text{ V}$$

La caída de tensión porcentual se obtiene de esta otra expresión:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V_n} \cdot 100$$

donde:

- $\Delta V(\%)$: Caída de tensión porcentual, en %
- ΔV : Caída de tensión en el tramo, en V
- V_n : Tensión nominal del lado secundario del transformador, en V

Por tanto:

$$\Delta V(\%) = \frac{0,65}{800} \cdot 100 = 0,08 \%$$

2.2.2.3. TRAMO DE TRANSFORMADOR ADAPTADOR A CUADRO DE SALIDA DE LÍNEA

Los conductores utilizados para este tramo son de tipo AL XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2) kV AC 1,5/1,5 kV (1,8) kV DC y conductor de aluminio, adecuado para aplicaciones fotovoltaicas, según norma de diseño UNE-HD 603-5X-1.

Nivel aislamiento

La tensión máxima que soportarán los conductores será:

$$V_n = 690 V_{ca}$$

Como el aislamiento del cable tiene una tensión nominal de 1.200 V, el conductor soportará la tensión sin daño.

Intensidad máxima de operación

El dimensionamiento de esta conexión se hará para tener capacidad de transportar toda la intensidad que puede soportar el transformador adaptador por el lado de baja tensión. Así, la intensidad máxima que puede admitir se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

donde:

- I_n : intensidad nominal del lado secundario del transformador adaptador, en amperios
- S_n : potencia aparente nominal del transformador, en VA
- V_n : tensión nominal del secundario del transformador, en V

Dado que el transformador tiene una potencia nominal de 630 kVA, y una relación de transformación 0,8/0,69 kV, se tiene:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{630.000}{\sqrt{3} \cdot 690} = 527,15 A$$

Se considerará una sobrecarga del 10%, por lo que la intensidad máxima en el lado secundario del transformador esperada será:

$$I_n = 579,86 A$$

El conductor escogido para la unión del transformador adaptador con el cuadro de protección de la línea de salida será AL XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2) kV AC 1,5/1,5 kV (1,8) kV DC 2x(3x1x240) mm².

Para la determinación de la intensidad máxima que puede llevar este cable sin superar la temperatura máxima de diseño y acortando, por tanto, su vida útil, se ha de hacer considerando las condiciones más desfavorables que puede encontrar el conductor en su recorrido.

Estos conductores van a tenderse en bandejas perforadas, por lo que el método de instalación según la clasificación de la norma UNE-HD 60364-5-52, será la F. Esta norma, en la tabla C.52.1 especifica la intensidad máxima que admite por conductor un cable con aislamiento termoestable (XLPE), con tres conductores cargados de aluminio a temperatura del ambiente a 40 °C:

Sección (mm ²)	I _{adm} (A)
240	399

Como las condiciones de la instalación en la planta difieren de las de la norma, se deben aplicar una serie de coeficientes de ajuste para adaptar los valores de la tabla anterior, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot I_{\text{adm}}$$

Donde:

- I_{corr} : intensidad máxima admisible corregida para las condiciones de instalación reales.
- k_{temp} : factor de corrección de temperatura ambiental.
- k_{agrup} : factor de corrección de agrupamiento con más conductores próximos
- I_{adm} : intensidad admisible en condiciones de instalación tipo según la norma

Se justifican a continuación los diferentes factores de corrección adoptados:

Temperatura ambiental: se estima una temperatura ambiente máxima de 40 °C. por lo que no se requiere aplicar ningún coeficiente corrector. Por tanto:

$$k_{\text{temp}} = 1,0$$

Agrupamiento de circuitos: el número máximo de circuitos en paralelo que van a discurrir es de 2. Si se considera que las ternas van a estar instaladas sobre bandeja perforada, con una distancia de al menos a 20 mm entre la bandeja y el muro y de 225 mm entre cables, la tabla B.52.21 de la anterior norma citada, proporciona el factor de corrección:

$$k_{\text{agrup}} = 0,98$$

Por lo tanto, la intensidad admisible de los conductores (por terna) será:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot I_{\text{adm}} = 1,0 \cdot 0,98 \cdot 399 = 391 \text{ A}$$

Si el número total de ternas es 2, la intensidad total que puede transportar es de:

$$I_{\text{tot}} = n \cdot I_{\text{corr}} = 2 \cdot 391,02 = 782,04 \text{ A}$$

Dado que la máxima intensidad que va a circular por el tramo es de 579,86 A, según se ha calculado arriba, el conductor es válido por el criterio de intensidad máxima de operación.

Intensidad de cortocircuito

En caso de cortocircuito, la corriente que puede transportar sin que sufra daños por sobrecalentamiento, se calcula con la expresión obtenida de la norma UNE-HD 60364-4-43:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito en amperios
- k : constante que depende de la naturaleza del conductor (cobre o aluminio) y del tipo de aislamiento. Para aluminio y aislamiento termoestable, $k = 94$
- S : Sección del conductor en mm^2
- t : duración del cortocircuito (mínimo 0,1 s, máximo 5 s)

Así pues, para un cortocircuito de 1 segundo de duración, la intensidad que puede soportar un cable de 240 mm² de sección de aluminio es de:

$$I_{ccadm} = 45.120 \text{ A}$$

La corriente de cortocircuito aportada por la red de distribución en este punto (18,76kA) es muy inferior a este valor. Además, ha de tenerse en cuenta que las protecciones eléctricas disponibles en cabecera interrumpirán la corriente en un tiempo muy breve (alrededor de 50-80 ms), lo que hará que el conductor no se vea dañado por efectos térmicos en caso de cortocircuito.

Caída de tensión

Se calcula con la siguiente expresión la caída de tensión en este tramo:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_n}{S}$$

En la que:

- ΔV : Caída de tensión, en V
- ρ : resistividad del material conductor a 90 °C (0,036 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- L : longitud del tramo en m
- I_n : corriente nominal del transformador en el devanado secundario, en A
- S : sección del conductor, en mm²

La longitud de este tramo es de 10 m. Esto da:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,036 \cdot 10 \cdot 579,86}{2 \cdot 240} = 0,75 \text{ V}$$

La caída de tensión porcentual se obtiene de esta otra expresión:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V_n} \cdot 100$$

con:

- $\Delta V(\%)$: Caída de tensión porcentual, en %
- ΔV : Caída de tensión en el tramo, en V
- V_n : Tensión nominal del lado secundario del transformador, en V

Por tanto:

$$\Delta V(\%) = \frac{0,75}{690} \cdot 100 = 0,11 \%$$

2.2.2.4. LÍNEA DE INTERCONEXIÓN DE LA SALIDA DEL TRANSFORMADOR ADAPTADOR CON LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Los conductores utilizados para este tramo son de tipo AL XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2) kV AC 1,5/1,5 kV (1,8) kV DC y conductor de aluminio, según norma de diseño UNE-HD 603-5X-1.

Nivel aislamiento

La tensión máxima que soportarán los conductores será:

$$V_n = 690 V_{ca}$$

Como el aislamiento del cable tiene una tensión nominal de 1.200 V, el conductor soportará la tensión sin daño.

Intensidad máxima de operación

El dimensionamiento de esta conexión se hará para tener capacidad de transportar toda la intensidad que puede soportar el transformador adaptador por el lado de baja tensión. Así, la intensidad máxima que puede admitir se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

donde:

- I_n : intensidad nominal del lado secundario del transformador adaptador, en amperios
- S_n : potencia aparente nominal del transformador, en VA
- V_n : tensión nominal del secundario del transformador, en V

Dado que el transformador tiene una potencia nominal de 630 kVA, y una relación de transformación 0,8/0,69 kV, se tiene:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{630.000}{\sqrt{3} \cdot 690} = 527,15 \text{ A}$$

Se considerará una sobrecarga del 10%, por lo que la intensidad máxima en el lado secundario del transformador esperada será:

$$I_n = 579,86 \text{ A}$$

El conductor escogido para la unión del transformador adaptador con la Central Hidroeléctrica será AL XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2) kV AC 1,5/1,5 kV (1,8) kV DC 3x(3x1x300) mm². Para la determinación de la intensidad máxima que puede llevar este cable sin superar la temperatura máxima de diseño y acortando, por tanto, su vida útil, se ha de hacer considerando las condiciones más desfavorables que puede encontrar el conductor en su recorrido.

Los conductores discurrirán directamente enterrados desde la salida del edificio de centralización y control de la Planta Fotovoltaica hasta la llegada al edificio de la Central Hidroeléctrica. En el cruce de viales discurrirán por el interior de un tubo enterrado. Una vez allí serán conducidos en una canal protectora fijada sobre la fachada del edificio hasta el hueco para muros realizado para realizar la conexión de estos conductores en el Cuadro de Llegada de la Línea del PFV en el interior del edificio.

Por tanto, la intensidad máxima que pueden transportar una terna de cables de conductor de aluminio con aislamiento termoestable, en montaje tipo D1/D2 (enterrado directamente o en el interior de una canalización o tubo) y en montaje en condiciones estándar (terreno a 25 °C, 0,7 m de profundidad y resistividad térmica de 2,5 K·m/W) se puede obtener de la norma UNE-HD 60364-5-52, tabla C.52.2.bis, de la que se extrae el valor de la sección empleada:

Sección (mm ²)	I _{adm} (A)
300	295

Como las condiciones de la instalación en la planta difieren de las de la norma, se deben aplicar una serie de coeficientes de ajuste para adaptar los valores de la tabla anterior, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{resist}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot k_{\text{prof}} \cdot I_{\text{adm}}$$

Donde:

- I_{corr} : intensidad máxima admisible corregida para las condiciones de instalación reales.
- k_{temp} : factor de corrección de temperatura del terreno.
- k_{resist} : factor de corrección de resistividad térmica del terreno
- k_{agrup} : factor de corrección de agrupamiento con más conductores próximos
- k_{prof} : factor de corrección de profundidad de enterramiento
- I_{adm} : intensidad admisible en condiciones de instalación tipo según la norma

Se justifican a continuación los diferentes factores de corrección adoptados:

Temperatura del terreno: se adopta una temperatura del terreno de 25 °C, por lo que no se requiere aplicar ningún coeficiente corrector. Por tanto:

$$k_{\text{temp}} = 1,0$$

Resistividad térmica del terreno: se estima una resistividad de 2,0 K·m/W. Según la tabla B.52.16 de la norma UNE-HD 60364-5-52, el factor de corrección para cables directamente enterrados es:

$$k_{\text{resist}} = 1,12$$

Agrupamiento de circuitos: el número máximo de circuitos en paralelo que van a discurrir es de 3. Si se considera que los conductos van a estar a una distancia de 0,25 m entre sí, la tabla B.52.19 de la anterior norma citada, proporciona el factor de corrección:

$$k_{\text{agrup}} = 0,85$$

Profundidad: Considerando que los circuitos discurren a una profundidad de 0,8 m, el REBT en la instrucción ITC-BT 7, tabla 9 se indica que para dicha profundidad:

$$k_{\text{prof}} = 0,99$$

Por lo tanto, la intensidad admisible de los conductores será:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{resist}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot k_{\text{prof}} \cdot I_{\text{adm}} = 1,0 \cdot 1,12 \cdot 0,85 \cdot 0,99 \cdot 295 = 278,03 \text{ A}$$

Si el número total de ternas es 3, la intensidad total que puede transportar es de:

$$I_{\text{tot}} = n \cdot I_{\text{corr}} = 3 \cdot 278,03 = 834,09 \text{ A}$$

Dado que la máxima intensidad que va a circular por el conductor es 579,86 A, según se ha calculado arriba, el conductor es válido por el criterio de intensidad máxima de operación.

Otra disposición desfavorable a considerar es la subida de los cables por la fachada del edificio de la Central Hidroeléctrica. En este caso los conductores se tenderán en el interior de una canaleta de PVC cerrada, manteniendo una separación de, al menos, 300 mm entre las ternas.

En estas condiciones, la norma UNE-HD 60364-5-52 en la tabla C.52.1 para una instalación tipo B1, circuitos trifásicos de conductores de aluminio de aislamiento termoestable para esta sección de conductor a una temperatura ambiente de 40 °C tiene una intensidad máxima admisible de¹:

Sección (mm ²)	I _{adm} (A)
300	366

Esta intensidad se corrige para adaptar el cálculo tipo de la norma a las condiciones reales de la instalación, a través de la expresión que se detalla a continuación:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot k_{\text{sol}} \cdot I_{\text{adm}}$$

Con estos factores de corrección:

Temperatura ambiental: se adopta una temperatura ambiental de 50 °C por estar en condiciones desfavorables. De la tabla B.52.14, para conductores de aislamiento XLPE:

$$k_{\text{temp}} = 0,90$$

Agrupamiento de circuitos: el número máximo de circuitos en paralelo que van a discurrir en cada canalización cerrada será de 3. Por ello, de la tabla C.52.3 de la norma, para una disposición en el interior de una envolvente (punto 1), proporciona el factor de corrección:

$$k_{\text{agrup}} = 0,70$$

Incidencia solar: Las canalizaciones van a estar expuestas al sol, por lo que se introduce un factor reductor adicional. En la bibliografía es frecuente adoptar el siguiente factor corrector:

$$K_{\text{incsolar}} = 0,90$$

¹ La tabla C.51.1 de la norma UNE-HD 60364-5-52 solo ofrece valores hasta una sección máxima de 240 mm². El valor de intensidad máxima admisible para conductores de 300 mm² se ha obtenido de tablas proporcionadas por los fabricantes en las que se ha calculado esta intensidad a partir de los mismos métodos empleados originalmente en la norma para su elaboración.

Por lo tanto, la intensidad admisible de una terna de conductores será:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot k_{\text{sol}} \cdot I_{\text{adm}} = 0,90 \cdot 0,70 \cdot 0,90 \cdot 366 = 207,52 \text{ A}$$

Como se disponen de 3 circuitos, la capacidad total de transporte de la línea será:

$$I_{\text{tot}} = n \cdot I_{\text{corr}} = 3 \cdot 207,52 = 622,57 \text{ A}$$

Por lo que esta disposición de montaje no es limitante para la capacidad de transporte de la línea.

Intensidad de cortocircuito

En caso de cortocircuito, la corriente que puede transportar sin que sufra daños por sobrecalentamiento, se calcula con la expresión obtenida de la norma UNE-HD 60364-4-43:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito en amperios
- k : constante que depende de la naturaleza del conductor (cobre o aluminio) y del tipo de aislamiento. Para aluminio y aislamiento termoestable, $k = 94$
- S : Sección del conductor en mm^2
- t : duración del cortocircuito (mínimo 0,1 s, máximo 5 s)

Así pues, para un cortocircuito de 1 segundo de duración, la intensidad que puede soportar un cable de 300 mm^2 de sección de aluminio es de:

$$I_{ccadm} = 84.600 \text{ A}$$

La corriente de cortocircuito aportada por la red de distribución en este punto (21,61kA) es muy inferior a este valor. Además, ha de tenerse en cuenta que las protecciones eléctricas disponibles en cabecera interrumpirán la corriente en un tiempo muy breve (alrededor de 50-80 ms), lo que hará que el conductor no se vea dañado por efectos térmicos en caso de cortocircuito.

Caída de tensión

Se calcula con la siguiente expresión la caída de tensión en este tramo:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_n}{S}$$

En la que:

- ΔV : Caída de tensión, en V
- ρ : resistividad del material conductor a 90 °C (0,036 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- L: longitud del tramo en m
- I_n : corriente nominal del transformador en el devanado secundario, en A
- S: sección del conductor, en mm^2

La longitud de este tramo es de 10 m. Esto da:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,036 \cdot 100 \cdot 579,86}{3 \cdot 300} = 4,02 \text{ V}$$

La caída de tensión porcentual se obtiene de esta otra expresión:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V_n} \cdot 100$$

con:

- $\Delta V(\%)$: Caída de tensión porcentual, en %
- ΔV : Caída de tensión en el tramo, en V
- V_n : Tensión nominal del lado secundario del transformador, en V

Por tanto:

$$\Delta V(\%) = \frac{4,02}{690} \cdot 100 = 0,58 \%$$

2.2.2.5. TRAMO DE CUADRO DE LLEGADA LÍNEA DE PFV A TRANSFORMADOR ELEVADOR

Los conductores utilizados para este tramo son de tipo RV-K 0,6/1kV y conductor de cobre, según norma de diseño UNE 21123-2.

Nivel aislamiento

La tensión máxima que soportarán los conductores será:

$$V_n = 690 V_{ca}$$

Como el aislamiento del cable tiene una tensión nominal de 1.000 V, el conductor soportará la tensión sin daño.

Intensidad máxima de operación

El dimensionamiento de esta conexión se hará para tener capacidad de transportar toda la intensidad que puede soportar el transformador adaptador por el lado de baja tensión. Así, la intensidad máxima que puede admitir se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

donde:

- I_n : intensidad nominal del lado secundario del transformador adaptador, en amperios
- S_n : potencia aparente nominal del transformador, en VA
- V_n : tensión nominal del secundario del transformador, en V

Dado que el transformador tiene una potencia nominal de 630 kVA, y una relación de transformación 0,8/0,69 kV, se tiene:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{630.000}{\sqrt{3} \cdot 690} = 527,15 A$$

Se considerará una sobrecarga del 10%, por lo que la intensidad máxima en el lado secundario del transformador esperada será:

$$I_n = 579,86 \text{ A}$$

El conductor escogido para la unión del cuadro de protección de la línea de interconexión con el transformador elevador será RV-K 0,6/1 kV Cu 3x1x300 mm². Para la determinación de la intensidad máxima que puede llevar este cable sin superar la temperatura máxima de diseño y acortando, por tanto, su vida útil, se ha de hacer considerando las condiciones más desfavorables que puede encontrar el conductor en su recorrido.

Estos conductores van a tenderse en bandejas perforadas, por lo que el método de instalación según la clasificación de la norma UNE-HD 60364-5-52, será la F. Esta norma, en la tabla C.52.1 especifica la intensidad máxima que admite por conductor un cable con aislamiento termoestable (XLPE), con tres conductores cargados de cobre a temperatura del ambiente a 40 °C²:

Sección (mm ²)	I _{adm} (A)
300	630

Como las condiciones de la instalación en la planta difieren de las de la norma, se deben aplicar una serie de coeficientes de ajuste para adaptar los valores de la tabla anterior, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{\text{corr}} = k_{\text{temp}} \cdot k_{\text{agrup}} \cdot I_{\text{adm}}$$

Donde:

- I_{corr}: intensidad máxima admisible corregida para las condiciones de instalación reales.
- k_{temp}: factor de corrección de temperatura ambiental.

² La tabla C.51.1 de la norma UNE-HD 60364-5-52 solo ofrece valores hasta una sección máxima de 240 mm². El valor de intensidad máxima admisible para conductores de 300 mm² se ha obtenido de tablas proporcionadas por los fabricantes en las que se ha calculado esta intensidad a partir de los mismos métodos empleados originalmente en la norma para su elaboración.

- k_{agrup} : factor de corrección de agrupamiento con más conductores próximos
- I_{adm} : intensidad admisible en condiciones de instalación tipo según la norma

Se justifican a continuación los diferentes factores de corrección adoptados:

Temperatura ambiental: se estima una temperatura ambiente máxima de 40 °C. por lo que no se requiere aplicar ningún coeficiente corrector. Por tanto:

$$k_{temp} = 1,0$$

Agrupamiento de circuitos: se estima que solo se dispone de una única terna por los que no se requiere aplicar ningún coeficiente corrector. Por lo tanto:

$$k_{agrup} = 1,0$$

Por lo tanto, la intensidad admisible de los conductores (por terna) será:

$$I_{corr} = k_{temp} \cdot k_{agrup} \cdot I_{adm} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 630 = 630 \text{ A}$$

Dado que la máxima intensidad que va a circular por el tramo es de 579,86 A, según se ha calculado arriba, el conductor es válido por el criterio de intensidad máxima de operación.

Intensidad de cortocircuito

En caso de cortocircuito, la corriente que puede transportar sin que sufra daños por sobrecalentamiento, se calcula con la expresión obtenida de la norma UNE-HD 60364-4-43:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito en amperios
- k : constante que depende de la naturaleza del conductor (cobre o aluminio) y del tipo de aislamiento. Para cobre y aislamiento termoestable, $k = 143$
- S : Sección del conductor en mm^2

- t: duración del cortocircuito (mínimo 0,1 s, máximo 5 s)

Así pues, para un cortocircuito de 1 segundo de duración, la intensidad que puede soportar un cable de 300 mm² de sección de cobre es de:

$$I_{ccadm} = 42.900 \text{ A}$$

La corriente de cortocircuito aportada por la red de distribución en este punto (21,61kA) es muy inferior a este valor. Además, ha de tenerse en cuenta que las protecciones eléctricas disponibles en cabecera interrumpirán la corriente en un tiempo muy breve (alrededor de 50-80 ms), lo que hará que el conductor no se vea dañado por efectos térmicos en caso de cortocircuito.

Caída de tensión

Se calcula con la siguiente expresión la caída de tensión en este tramo:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I_n}{S}$$

En la que:

- ΔV : Caída de tensión, en V
- ρ : resistividad del material conductor a 90 °C (0,022Ω·mm²/m)
- L: longitud del tramo en m
- I_n : corriente nominal del transformador en el devanado secundario, en A
- S: sección del conductor, en mm²

La longitud de este tramo es de 20 m. Esto da:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,022 \cdot 20 \cdot 579,86}{300} = 1,47 \text{ V}$$

La caída de tensión porcentual se obtiene de esta otra expresión:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V_n} \cdot 100$$

con:

- $\Delta V(\%)$: Caída de tensión porcentual, en %
- ΔV : Caída de tensión en el tramo, en V
- V_n : Tensión nominal del lado secundario del transformador, en V

Por tanto:

$$\Delta V(\%) = \frac{1,47}{690} \cdot 100 = 0,25 \%$$

2.3 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITOS

Para la verificación de que el equipamiento se selecciona con las características apropiadas para soportar las solicitaciones electromecánicas y térmicas que se podrían dar bajo situaciones de cortocircuito dentro de la instalación, se modelan los elementos principales de ésta y se simulan tales cortocircuitos para obtener las máximas intensidades que circularían en cada punto.

2.3.1. MODELO DE RED

Se describen las características principales de los distintos elementos de la red que tienen influencia en la corriente de cortocircuito, así como los criterios de cálculo adoptados.

2.3.1.1. RED DE DISTRIBUCIÓN 15 kV

La red de 15 kV se modela con los parámetros de cortocircuito en el punto de entronque en la red de distribución de e-Distribución (Endesa).

Scc, 3F máx 66 MVA

Scc, 3F mín 26,4 MVA

Las corrientes de cortocircuito trifásicas que se obtienen en ese punto son las siguientes.

I_{cc}, 3F máx.....2.540,3 kA

I_{cc}, 3F mín 1.016,12 kA

Las corrientes de cortocircuito monofásicas, por tratarse de un sistema con neutro aislado son muy reducidas. Se adopta un valor estimado de 50 A.

2.3.1.2. LÍNEA DE EVACUACIÓN 15 kV HASTA ENTRONQUE (E-DISTRIBUCIÓN -ENDESA)

Tensión nominal..... 15 kV

Tipo Subterráneo

Nº de circuitos 1

Nº de conductores por fase..... 1

Longitud de la línea 0,76 km

Conductor..... 3x1x95 Al 12/20 kV

Resistencia 0,32 Ω/km

Reactancia..... 0,12 Ω/km

2.3.1.3. TRANSFORMADOR ELEVADOR DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

El transformador se modela como una impedancia serie correspondiente a la tensión de cortocircuito, despreciando la rama magnetizante.

Los datos del transformador existente son los siguientes:

Fabricante TMC

Potencia ONAN..... 1,25 MVA

Relación de transformación 15 ± 2x2,5%+7,5%+10%/ 0,69 kV

Tensión de cortocircuito (toma central con S_{base}=1,25 MVA) 6,23%

Grupo de conexión Dyn11

2.3.1.4. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

El neutro del generador de la central hidroeléctrica se pone a tierra a través de una resistencia de las siguientes características:

Intensidad nominal/tiempo..... 20 A / 10 s

Impedancia.....20 Ohm

2.3.1.5. GENERADOR

El generador de la central hidroeléctrica es de tipo síncrono con las siguientes características:

Tensión nominal..... 0,69 kV

Potencia nominal..... 1,125 MVA

Factor de potencia..... 0,845

Número de polos..... 12

Velocidad nominal 500 r.p.m.

Frecuencia 50 Hz

Reactancia subtransitoria directa 10 %

2.3.1.6. LÍNEA DE INTERCONEXIÓN CON EL PARQUE FOTOVOLTAICO

Tensión nominal..... 0,69 kV

Nº de conductores por fase..... 3

Longitud de la línea 0,09 km

Conductor..... AL XZ1 (S) 0,6/1 kV (1,2) kV AC 1,5/1,5 kV (1,8) kV DC

Resistencia 0,100 Ω /km

Reactancia 0,0773 Ω /km

2.3.1.7. TRANSFORMADOR ADAPTADOR PARQUE FOTOVOLTAICO

El transformador se modela como una impedancia serie correspondiente a la tensión de cortocircuito, despreciando la rama magnetizante.

Se toman los siguientes datos para el transformador adaptador de la planta fotovoltaica:

Potencia ONAN..... 0,63 MVA
Relación de transformación 0,8 / 0,69 kV
Tensión de cortocircuito 5 %
Grupo de conexión YNdn11

2.3.1.8. INVERSORES FOTOVOLTAICOS

El comportamiento del sistema de control de los inversores hace que, frente a un evento de cortocircuito, éstos dejen de aportar corriente a la falta transcurridos unos pocos milisegundos, por lo que su efecto en el mismo es despreciable. Por este motivo, estos equipos no se incorporan al modelo de la red.

2.3.2. CONSIDERACIONES DE CÁLCULOS

Se ha realizado el cálculo de cortocircuito en cada una de las barras en dos situaciones diferentes.

- *Intensidad de corriente máxima:* la aportación al cortocircuito procede de la red considerando el caso de potencia máxima de cortocircuito, y con el generador de la central acoplado.
- *Intensidad de corriente mínima:* la corriente de cortocircuito es exclusivamente proporcionada por la red, en situación de potencia de cortocircuito mínima. El generador de la central hidroeléctrica se considera no acoplado en ese momento.

Tal y como se ha comentado anteriormente, la aportación al cortocircuito de los inversores del parque fotovoltaico es despreciable, ya que el sistema de control de los mismos hace que, cuando se detecta una situación de este tipo, se desconectan instantáneamente y dejan de verter potencia a la red.

2.3.3. RESULTADOS

2.3.3.1. CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

Barra	Nivel de tensión	$I_{ccm\acute{a}x}(A)$	$I_{ccmin}(A)$
SET CH Jalón	15 kV	2.718	987
SET CH Jalón	690 V	21.613	9.421
CC PFV Jalón	690 V	18.761	8.851
CC PFV Jalón	800 V	5.841	4.156

2.3.3.2. CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA

La barra de 690 kV tiene limitada la corriente de cortocircuito al estar puesta a tierra a través del neutro del generador y de la resistencia de puesta a tierra de éste. Por este motivo, la intensidad de defecto en este nivel de tensión, cuando el generador se encuentra desacoplado, es residual, aportado principalmente por las capacidades de los cables. En esta situación, la red de 690 V se explota con el neutro aislado de tierra.

Barra	Nivel de tensión	$I_{ccm\acute{a}x}(A)$	$I_{ccmin}(A)$
SET CH Jalón	15 kV	50,0	49.9
SET CH Jalón	690 V	19,8	0
CC PFV Jalón	690 V	19,8	0
CC PFV Jalón	800 V	0	0

2.4 SELECCIÓN DE PROTECCIONES

2.4.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-22 y la norma UNE-HD 60364-4-43, todo circuito debe estar protegido contra sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, interrumpiendo automáticamente este circuito en el menor tiempo posible.

Estas sobreintensidades pueden estar originadas por:

- Sobrecargas en los equipos alimentados o defectos en el aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Para la correcta protección de los circuitos ante estos eventos, la citada norma UNE-HD 60364-4-43 establece unas reglas para la selección de los elementos de protección que se deberán instalar (interruptores automáticos y/o fusibles).

2.4.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos está asegurada mediante elementos de corte automático de la alimentación que impidan la aparición de una tensión de contacto durante un tiempo tal que pueda ser peligrosa.

Esta función la realizan los interruptores automáticos y/o los dispositivos de corriente diferencial-residual.

La selección de estos dispositivos se realiza atendiendo a las siguientes condiciones:

- Intensidad nominal.
- Poder de corte de los dispositivos.
- Tensión de contacto límite convencional admisible (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

2.4.3. PROTECCIONES TRAMO RAMAS MÓDULOSFV – INVERSORES

A la entrada del cable del string al inversor o a la caja de concentración de circuitos (o DC Combiner) se suele instalar un fusible para la protección del circuito de C.C. El inversor ABB modelo PVS-175-TL de 185 kW lleva incorporado un compartimento integrado de desconexión de CC que elimina la necesidad de instalar esta caja de concentración de circuitos, así como las protecciones de entrada a las mismas (fusibles) y la protección a la salida (interruptor automático).

Las funciones de protección integradas en este inversor para los circuitos de entrada son las siguientes:

- Interruptor de desconexión de carga de CC, 20 A/1500 V
- Protección contra polaridad inversa
- Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT mediante descargador de sobretensión sustituible

Con estas protecciones se garantiza el corte del circuito antes de que el conductor supere la intensidad máxima admisible por el cable sin superar la capacidad máxima del fusible recomendada por el fabricante del módulo. Para el caso del módulo del proyecto (Tiger Pro 72HC 550 Watt de Jinko Solar) este valor es de 25 A.

2.4.4. PROTECCIÓN TRAMO INVERSOR – CUADRO CENTRALIZACIÓN DE INVERSORES

Este tipo de inversores tendrá un seccionador en carga a su salida hacia el cuadro de centralización de inversores el cual deberá poder cortar bajo carga máxima el circuito de salida del inversor. Dicho seccionador deberá cumplir con la siguiente condición de que el valor nominal de intensidad de ese equipo debe ser mayor o igual a 1,25 veces el valor de intensidad nominal del inversor.

Según se ha calculado en un punto anterior, esta intensidad será:

$$I_{\max} = 1,25 \cdot I_{\text{iniv}} = 1,25 \cdot 134 = 167,5 \text{ A}$$

Dado que la protección incorporada en este tipo de inversores tiene una intensidad nominal del equipo de 200 A, esta condición se cumple.

Adicionalmente el tramo de cable debe estar igualmente protegido. Esto se hace con un interruptor automático situado en cabecera en el cuadro de centralización de inversores.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja un circuito contra las sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

- I_B : Intensidad utilizada en el circuito, en A
- I_z : Intensidad admisible del conductor según la norma UNE-HD 60364-5-52, en A
- I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección (o la de regulación en el caso de dispositivos regulables), en A
- I_2 : Intensidad efectiva de funcionamiento del dispositivo de protección, en A

Por tanto, para el caso considerado se tienen los siguientes valores:

$$I_B = 167,5 \text{ A}$$

$$I_z = 245,99 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 356,68 \text{ A}$$

El tramo estará protegido en el inicio de la línea por un interruptor automático con una intensidad nominal de 200 A. Por lo tanto, se tendrá:

$$I_n = 200 \text{ A}$$

$$I_2 = 290 \text{ A}$$

Con lo cual se cumplen las condiciones impuestas.

2.4.5. PROTECCIÓN TRAMO CUADROS CENTRALIZACIÓN DE INVERSORES – TRANSFORMADOR ADAPTADOR

Este tramo está protegido por un interruptor automático de 630 A regulado a 0,8 de su valor nominal (500 A). De forma similar a los casos anteriores, se tiene:

$$I_B = 500,13 \text{ A}$$

$$I_z = 782,04 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 1.133,96 \text{ A}$$

$$I_n = 630 \text{ A (con regulación a 500 A)}$$

$$I_2 = 725 \text{ A}$$

Cumpliendo las condiciones requeridas.

2.4.6. PROTECCIÓN TRAMO TRANSFORMADOR ADAPTADOR – CUADRO SALIDA DE LINEA PFV

Este tramo está protegido por un interruptor automático de 630 A regulado a 0,9 de su valor nominal (580 A). De forma similar a los casos anteriores, se tiene:

$$I_B = 579,86 \text{ A}$$

$$I_z = 782,04 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 1.133,96 \text{ A}$$

$$I_n = 630 \text{ A (con regulación a 580 A)}$$

$$I_2 = 841 \text{ A}$$

Cumpliendo las condiciones requeridas.

2.4.7. PROTECCIÓN LÍNEA DE INTERCONEXIÓN DE LA SALIDA DEL TRANSFORMADOR ADAPTADOR CON LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Este tramo está protegido por un interruptor automático de 630 A regulado a 0,9 de su valor nominal (580 A). De forma similar a los casos anteriores, se tiene:

$$I_B = 579,86 \text{ A}$$

$$I_z = 622,57 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 902,73 \text{ A}$$

$$I_n = 630 \text{ A (con regulación a 580 A)}$$

$$I_2 = 841 \text{ A}$$

Cumpliendo las condiciones requeridas.

2.4.8. PROTECCIÓN TRAMO CUADRO LLEGADA DE LÍNEA DE PFV A TRANSFORMADOR ELEVADOR

Este tramo está protegido por un interruptor automático de 630 A regulado a 0,9 de su valor nominal (580 A). De forma similar a los casos anteriores, se tiene:

$$I_B = 579,86 \text{ A}$$

$$I_z = 630 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 913,5 \text{ A}$$

$$I_n = 630 \text{ A (con regulación a 580 A)}$$

$$I_2 = 841 \text{ A}$$

Cumpliendo las condiciones requeridas.

2.5 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE

En el parque fotovoltaico se instalarán dos electrodos de puesta a tierra independientes:

- *Electrodo de puesta a tierra de la estructura metálica de los módulos fotovoltaicos y de elementos auxiliares:* tienen la función de proporcionar un enlace a tierra para establecer una equipotencialidad con respecto a tierra en toda la instalación generadora, así como la detección de faltas en ella. Asimismo, facilita la conducción de la corriente del rayo en caso de impacto con el propósito de minimizar el daño producido a la instalación en conjunto. Se conectan a este electrodo, además de las estructuras soporte, las canalizaciones metálicas, inversores, protecciones de sobretensión en circuitos de tensión continua y alterna.
- *Electrodo de protección del edificio de centralización y control:* tiene como cometido proporcionar un enlace a tierra para establecer una equipotencialidad con respecto a tierra en el edificio y procurar una vía de disipación de la corriente de falta en la parte de la instalación de BT en caso de falta a tierra para la actuación de las protecciones. A ella se conectan los chasis y bastidores de aparatos de maniobra, envoltorios de los armarios metálicos, pantallas y armaduras de cables, y en general, cualquier elemento metálico que podría ponerse en contacto accidental con partes en tensión dentro del edificio de centralización y control. Debe ser independiente del electrodo del parque fotovoltaico para evitar transmitir corrientes y tensiones peligrosas a otras partes que no deben estarlo.

El primero de ellos, dado que no va a estar expuesto de forma directa a disipación de corriente de falta salvo las procedentes de descargas atmosféricas, no precisa de un diseño y dimensionamiento específico, aparte del cumplimiento de las secciones mínimas de los conductores y materiales empleados en su construcción conforme a los diferentes reglamentos, normas y recomendaciones de buenas prácticas.

Para el electrodo de protección se adopta como criterio de diseño que pueda disipar una corriente de defecto de 1 A sin que ocasione una elevación de la tensión en la instalación mayor de 24 V (tensión de seguridad). Esto implica que la resistencia de puesta a tierra del electrodo de protección sea inferior a:

$$R_{pat-prot} \leq \frac{U_{max}}{I_d} = \frac{24 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 24 \Omega$$

La tipología de electrodo que se empleará en este caso será un conductor cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado horizontalmente a una profundidad mínima de 0,5 m por el perímetro del edificio de centralización y control con picas de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro exterior unidas en los extremos del anillo formado por el conductor.

La resistencia de este anillo será:

$$R_{t_anillo} = \frac{2 \cdot \rho}{L} \Omega$$

Donde:

- R_{t_anillo} : Resistencia de tierra para un conductor enterrado horizontalmente.
- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$). En este caso se tiene un valor de 200 $\Omega \cdot m$.
- L : longitud de la pica o del conductor (m). En este caso se tiene un valor de 32 m.

Por lo tanto, se tiene:

$$R_{t_anillo} = \frac{2 \cdot 200}{32} = 12,5 \Omega$$

La resistencia de las picas será:

$$R_{t_picas} = \frac{\rho}{N \cdot L_p} \Omega$$

Donde:

- R_{t_picas} : Resistencia de tierra para un conductor enterrado horizontalmente.
- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$). En este caso se tiene un valor de 200 $\Omega \cdot m$.
- L : longitud de la pica o del conductor (m). En este caso se tiene un valor de 2 m.
- N : Número de picas. En este caso se tiene un valor de 4 ud.

La resistencia total del electrodo de puesta a tierra será:

$$R_{t_picas} = \frac{200}{4 \cdot 2} = 25 \Omega$$

La resistencia total del electrodo de protección vendrá dada por la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{t_anillo}} + \frac{1}{R_{t_picas}} \Omega$$

Sustituyendo se obtiene:

$$R_t = 5 \Omega$$

Valor inferior a los 24 Ω tomado como criterio de diseño.

No obstante, si las características del terreno son mejores a la estimación inicial, se podrá reducir el número de picas que lo componen siempre y cuando el electrodo presente una resistencia inferior a la de 24 Ω anteriormente mencionada.

3. TABLAS E INFORMES

3.1 CÁLCULO DE CABLES DE STRINGS

En las siguientes tablas se resumen los cálculos efectuados para cada una de las líneas que componen cada string, según se ha descrito en el apartado correspondiente de este documento.



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado: 10002593
JUAN PABLO PUERTAS RODRIGUEZ

IMPRESA
VISADO Nº: VD01360-24A
DE FECHA: 6/4/24

E-VISADO

Página 53 de 50

Circuitos Strings S-01.01.01 - Inversor I-01.01

Origen	Destino	Tipo instalación	Longitud [m]	Intensidad máxima [A]	Intensidad máxima de cálculo [A]	Núm. Circuitos en paralelo	Material conductor [Cu/Al]	Unipolar/ Multipolar	Núm. fases	Sección [mm²]	Designación	Intensidad máx. admisible [A]	Factor corr. temperatura	Factor corr. resistividad	Factor agrupación	Factor Manual aire	Factor profundidad	Intensidad máx. adm. corregida [A]	Validez I _{max}	Intensidad máx. MPP [A]	Tensión máx. MPP [V]	Caida tensión [V]	Caida tensión [%]	Caida tensión acum. [%]
S-01.01.01-01	I-01.01-01	Enterrado bajo tubo	70	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	7,0	0,92	0,92
S-01.01.01-02	I-01.01-01	Enterrado bajo tubo	70	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	7,0	0,92	0,92
S-01.01.01-03	I-01.01-02	Enterrado bajo tubo	60	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	6,0	0,79	0,79
S-01.01.01-04	I-01.01-02	Enterrado bajo tubo	60	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	6,0	0,79	0,79
S-01.01.01-05	I-01.01-03	Enterrado bajo tubo	70	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	7,0	0,92	0,92
S-01.01.01-06	I-01.01-03	Enterrado bajo tubo	70	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	7,0	0,92	0,92
S-01.01.01-07	I-01.01-04	Enterrado bajo tubo	45	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	4,5	0,59	0,59
S-01.01.01-08	I-01.01-04	Enterrado bajo tubo	45	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	4,5	0,59	0,59
S-01.01.01-09	I-01.01-05	Enterrado bajo tubo	75	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	7,5	0,98	0,98
S-01.01.01-10	I-01.01-05	Enterrado bajo tubo	75	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	7,5	0,98	0,98
S-01.01.01-11	I-01.01-06	Enterrado bajo tubo	50	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	5,0	0,66	0,66
S-01.01.01-12	I-01.01-07	Enterrado bajo tubo	50	14,30	17,87	12	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,45	N/A	0,99	24,8	VÁLIDO	13,61	760,74	5,0	0,66	0,66
S-01.01.01-13	I-01.01-07	Al aire	70	14,30	17,87	4	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,79	0,79	N/A	38,7	VÁLIDO	13,61	760,74	7,0	0,92	0,92
S-01.01.01-14	I-01.01-08	Al aire	70	14,30	17,87	4	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,79	0,79	N/A	38,7	VÁLIDO	13,61	760,74	7,0	0,92	0,92
S-01.01.01-15	I-01.01-08	Al aire	50	14,30	17,87	4	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,79	0,79	N/A	38,7	VÁLIDO	13,61	760,74	5,0	0,66	0,66
S-01.01.01-16	I-01.01-09	Al aire	50	14,30	17,87	4	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,79	0,79	N/A	38,7	VÁLIDO	13,61	760,74	5,0	0,66	0,66
S-01.01.01-17	I-01.01-09	Enterrado bajo tubo	30	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	3,0	0,39	0,39
S-01.01.01-18	I-01.01-10	Enterrado bajo tubo	30	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	3,0	0,39	0,39
S-01.01.01-19	I-01.01-10	Enterrado bajo tubo	55	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	5,5	0,72	0,72
S-01.01.01-20	I-01.01-11	Enterrado bajo tubo	55	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	5,5	0,72	0,72
S-01.01.01-21	I-01.01-11	Enterrado bajo tubo	75	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	7,5	0,98	0,98
S-01.01.01-22	I-01.01-12	Enterrado bajo tubo	75	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	7,5	0,98	0,98

Circuitos Strings S-01.02.01 - Inversor I-01.02

Origen	Destino	Tipo instalación	Longitud [m]	Intensidad máxima [A]	Intensidad máxima de cálculo [A]	Núm. Circuitos en paralelo	Material conductor [Cu/Al]	Unipolar/ Multipolar	Núm. fases	Sección [mm²]	Designación	Intensidad máx. admisible [A]	Factor corr. temperatura	Factor corr. resistividad	Factor agrupación	Factor Manual aire	Factor profundidad	Intensidad máx. adm. corregida [A]	Validez I _{max}	Intensidad máx. MPP [A]	Tensión máx. MPP [V]	Caida tensión [V]	Caida tensión [%]	Caida tensión acum. [%]
S-01.02.01-01	I-01.02-01	Enterrado bajo tubo	115	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	11,5	1,51	1,51
S-01.02.01-02	I-01.02-01	Enterrado bajo tubo	115	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	11,5	1,51	1,51
S-01.02.01-03	I-01.02-02	Enterrado bajo tubo	110	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	11,0	1,44	1,44
S-01.02.01-04	I-01.02-02	Enterrado bajo tubo	110	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	11,0	1,44	1,44
S-01.02.01-05	I-01.02-03	Enterrado bajo tubo	85	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	8,5	1,11	1,11
S-01.02.01-06	I-01.02-03	Enterrado bajo tubo	85	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	8,5	1,11	1,11
S-01.02.01-07	I-01.02-04	Enterrado bajo tubo	65	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	6,5	0,85	0,85
S-01.02.01-08	I-01.02-04	Enterrado bajo tubo	65	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	6,5	0,85	0,85
S-01.02.01-09	I-01.02-05	Enterrado bajo tubo	40	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	4,0	0,52	0,52
S-01.02.01-10	I-01.02-05	Enterrado bajo tubo	40	14,30	17,87	10	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,49	N/A	0,99	27,0	VÁLIDO	13,61	760,74	4,0	0,52	0,52
S-01.02.01-11	I-01.02-06	Al aire	90	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,71	0,71	N/A	34,8	VÁLIDO	13,61	760,74	9,0	1,18	1,18
S-01.02.01-12	I-01.02-07	Al aire	90	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,71	0,71	N/A	34,8	VÁLIDO	13,61	760,74	9,0	1,18	1,18
S-01.02.01-13	I-01.02-07	Al aire	65	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,71	0,71	N/A	34,8	VÁLIDO	13,61	760,74	6,5	0,85	0,85
S-01.02.01-14	I-01.02-08	Al aire	65	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,71	0,71	N/A	34,8	VÁLIDO	13,61	760,74	6,5	0,85	0,85
S-01.02.01-15	I-01.02-08	Al aire	45	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,71	0,71	N/A	34,8	VÁLIDO	13,61	760,74	4,5	0,59	0,59
S-01.02.01-16	I-01.02-09	Al aire	45	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,71	0,71	N/A	34,8	VÁLIDO	13,61	760,74	4,5	0,59	0,59
S-01.02.01-17	I-01.02-09	Enterrado bajo tubo	30	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	3,0	0,39	0,39
S-01.02.01-18	I-01.02-10	Enterrado bajo tubo	3	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	0,3	0,04	0,04
S-01.02.01-19	I-01.02-10	Enterrado bajo tubo	85	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,5	1,11	1,11
S-01.02.01-20	I-01.02-11	Enterrado bajo tubo	85	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,5	1,11	1,11
S-01.02.01-21	I-01.02-11	Enterrado bajo tubo	60	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	6,0	0,79	0,79
S-01.02.01-22	I-01.02-12	Enterrado bajo tubo	60	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	6,0	0,79	0,79



PROYECTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
HIBRIDACIÓN CH JALÓN T.M. ALAGÓN (ZARAGOZA)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado: 10002593
JUAN PABLO PUERTAS RODRIGUEZ

IMPRESA
VISADO Nº: VD01360-24A
DE FECHA: 6/4/24

E-VISADO
Pag. 54 de 56

Circuitos Strings S-01.03.01 - Inversor I-01.03

Origen	Destino	Tipo instalación	Longitud [m]	Intensidad máxima [A]	Intensidad máxima de cálculo [A]	Núm. Circuitos en paralelo	Material conductor [Cu/Al]	Unipolar/ Multipolar	Núm. fases	Sección [mm²]	Designación	Intensidad máx. admisible [A]	Factor corr. temperatura	Factor corr. resistividad	Factor agrupación	Factor Manual aire	Factor profundidad adm.	Intensidad máx. adm. corregida [A]	Validez I _{max}	Intensidad máx. MPP [A]	Tensión máx. MPP [V]	Caida tensión [V]	Caida tensión [%]	Caida tensión acum. [%]
S-01.03.01-01	I-01.03-01	Enterrado bajo tubo	130	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	13,0	1,70	1,70
S-01.03.01-02	I-01.02-01	Enterrado bajo tubo	130	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	13,0	1,70	1,70
S-01.03.01-03	I-01.02-02	Enterrado bajo tubo	105	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	10,5	1,38	1,38
S-01.03.01-04	I-01.02-02	Enterrado bajo tubo	105	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	10,5	1,38	1,38
S-01.03.01-05	I-01.02-03	Enterrado bajo tubo	80	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,0	1,05	1,05
S-01.03.01-06	I-01.02-03	Enterrado bajo tubo	80	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,0	1,05	1,05
S-01.03.01-07	I-01.02-04	Enterrado bajo tubo	105	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	10,5	1,38	1,38
S-01.03.01-08	I-01.02-04	Enterrado bajo tubo	105	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	10,5	1,38	1,38
S-01.03.01-09	I-01.02-05	Enterrado bajo tubo	85	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,5	1,11	1,11
S-01.03.01-10	I-01.02-05	Enterrado bajo tubo	85	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,5	1,11	1,11
S-01.03.01-11	I-01.02-06	Enterrado bajo tubo	85	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,5	1,11	1,11
S-01.03.01-12	I-01.02-07	Enterrado bajo tubo	85	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,5	1,11	1,11
S-01.03.01-13	I-01.02-07	Enterrado bajo tubo	60	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	6,0	0,79	0,79
S-01.03.01-14	I-01.02-08	Enterrado bajo tubo	60	14,30	17,87	14	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,42	N/A	0,99	23,1	VÁLIDO	13,61	760,74	6,0	0,79	0,79
S-01.03.01-15	I-01.02-08	Al aire	50	14,30	17,87	2	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,71	0,71	N/A	34,8	VÁLIDO	13,61	760,74	5,0	0,66	0,66
S-01.03.01-16	I-01.02-09	Al aire	50	14,30	17,87	2	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	59	0,83	N/A	0,71	0,71	N/A	34,8	VÁLIDO	13,61	760,74	5,0	0,66	0,66
S-01.03.01-17	I-01.02-09	Enterrado bajo tubo	50	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	5,0	0,66	0,66
S-01.03.01-18	I-01.02-10	Enterrado bajo tubo	50	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	5,0	0,66	0,66
S-01.03.01-19	I-01.02-10	Enterrado bajo tubo	75	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	7,5	0,98	0,98
S-01.03.01-20	I-01.02-11	Enterrado bajo tubo	75	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	7,5	0,98	0,98
S-01.03.01-21	I-01.02-11	Enterrado bajo tubo	80	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,0	1,05	1,05
S-01.03.01-22	I-01.02-12	Enterrado bajo tubo	80	14,30	17,87	6	Cu	Unipolar	2	6	H12222-K 2x(1x6)	53	1,00	1,05	0,6	N/A	0,99	33,1	VÁLIDO	13,61	760,74	8,0	1,05	1,05

3.2 CÁLCULO DE LÍNEAS DE INVERSORES A CUADRO DE CENTRALIZACIÓN

En la tabla siguiente se resumen los cálculos efectuados para cada una de las líneas que unen los inversores con el cuadro de centralización ubicado dentro del edificio de centralización y control, según se ha descrito en el apartado correspondiente de este documento.

Circuitos líneas de Inversores a CT 01

Origen	Destino	Tipo instalación	Longitud [m]	Intensidad máxima [A]	Intensidad máxima de cálculo [A]	Núm. Circuitos en paralelo	Material conductor [Cu/Al]	Unipolar/ Multipolar	Núm. fases	Sección [mm²]	Designación	Intensidad máx. admisible [A]	Factor corr. temperatura	Factor corr. resistividad	Factor agrupación	Factor Manual aire	Factor profundidad	Intensidad máx. adm. corregida [A]	Validez I _{max}	Intensidad máx. [A]	Tensión máx. [V]	Caída tensión [V]	Caída tensión [%]	Caída tensión acum. [%]
I-01.01	CT-01	Directamente enterrado	310	134	167,5	3	Al	Unipolar	3	240	XZ1 AL 3x(1x240) Al	261	1	1,12	0,8	N/A	0,99	231,51744	VÁLIDO	134	800	10,78378156	1,347972695	1,347972695
I-01.02	CT-01	Directamente enterrado	265	134	167,5	3	Al	Unipolar	3	240	XZ1 AL 3x(1x240) Al	261	1	1,12	0,8	N/A	0,99	231,51744	VÁLIDO	134	800	9,218393911	1,152299239	1,152299239
I-01.03	CT-01	Directamente enterrado	190	134	167,5	3	Al	Unipolar	3	240	XZ1 AL 3x(1x240) Al	261	1	1,12	0,8	N/A	0,99	231,51744	VÁLIDO	134	800	6,609414503	0,826176813	0,826176813

Anejo nº 4. Características equipos a instalar

Tiger Pro 72HC

530-550 Watt

MONO-FACIAL MODULE

P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



Key Features



Multi Busbar Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.



Reduced Hot Spot Loss

Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.



Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

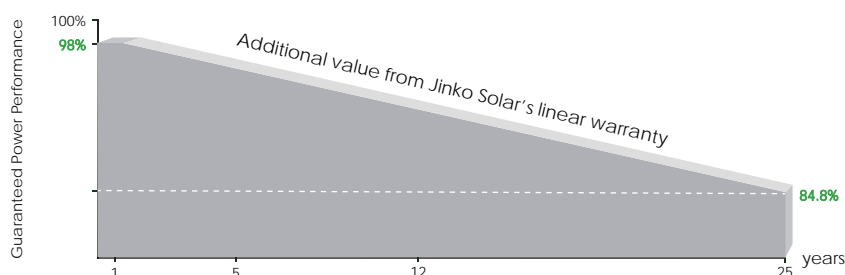


Longer Life-time Power Yield

0.55% annual power degradation and 25 year linear power warranty.



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

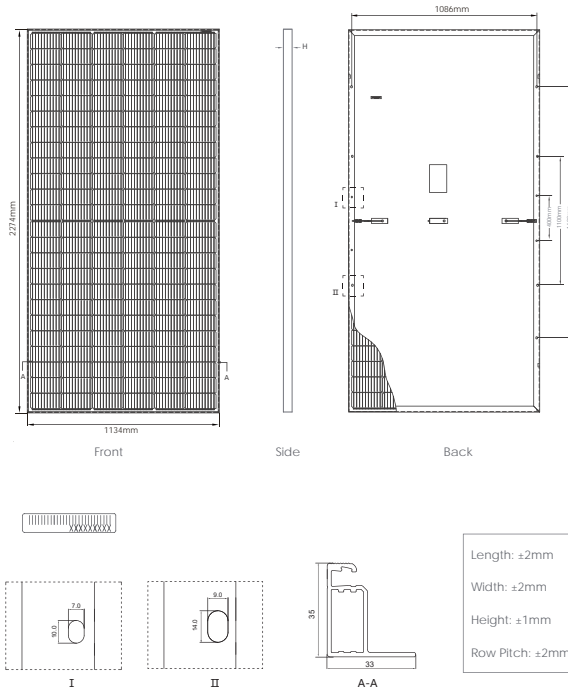


12 Year Product Warranty

25 Year Linear Power Warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years

Engineering Drawings

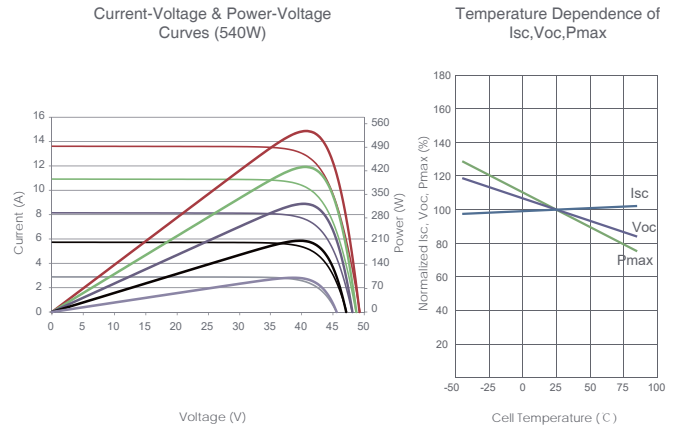


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2274×1134×35mm (89.53×44.65×1.38 inch)
Weight	28.9 kg (63.7 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM530M-72HL4		JKM535M-72HL4		JKM540M-72HL4		JKM545M-72HL4		JKM550M-72HL4	
	JKM530M-72HL4-V		JKM535M-72HL4-V		JKM540M-72HL4-V		JKM545M-72HL4-V		JKM550M-72HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp	550Wp	409Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.56V	37.84V	40.63V	37.91V	40.70V	38.08V	40.80V	38.25V	40.90V	38.42V
Maximum Power Current (Imp)	13.07A	10.42A	13.17A	10.50A	13.27A	10.55A	13.36A	10.60A	13.45A	10.65A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.26V	46.50V	49.34V	46.57V	49.42V	46.65V	49.52V	46.74V	49.62V	46.84V
Short-circuit Current (Isc)	13.71A	11.07A	13.79A	11.14A	13.85A	11.19A	13.94A	11.26A	14.03A	11.33A
Module Efficiency STC (%)	20.55%		20.75%		20.94%		21.13%		21.33%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

AM=1.5

Wind Speed 1m/s



Inversor solar **PVS-175-TL**

El PVS-175-TL es el innovador inversor solar trifásico de FIMER, que ofrece una solución seis en uno para mejorar y optimizar la generación de energía fotovoltaica en aplicaciones industriales de suelo.

175 kW

Alta densidad de potencia

Este nuevo inversor de cadena de alta potencia, con una densidad máxima en el segmento de 1500 VCC, suministra hasta 185 kVA a 800 V CA. Con ello no solo se maximiza el retorno de la inversión en las aplicaciones de suelo a escala industrial, sino que también se reduce el balance de costos del sistema (p. ej., cableado del lado de CA) para las instalaciones fotovoltaicas a pequeña o gran escala e independientes sobre el suelo.

Diseño flexible

El inversor viene equipado con 12 MPPT, el mayor número existente en el mercado, lo que garantiza la máxima flexibilidad en el diseño de la planta fotovoltaica y mayores productividades, incluso en las instalaciones complejas.

Facilidad de instalación

Instalación rápida y sencilla gracias a sus conectores plug and play y dado que los sistemas de montaje de los módulos fotovoltaicos se pueden usar para instalar los convertidores, lo que ahorra tiempo y costos de preparación del emplazamiento y alquiler de equipamiento.

El diseño sin fusibles ni combinadores elimina la necesidad de componentes externos, por ejemplo, cajas de concentración de CC separadas y combinadores de CA de primer nivel, gracias al compartimento integrado de desconexión de CC y cableado de CA con desconexión opcional de CA.

El concepto de refrigeración avanzada protege la vida útil del sistema y minimiza los costos de funcionamiento y mantenimiento con ventiladores de inversor internos de servicio pesado.

Se pueden desmontar fácilmente durante los ciclos de mantenimiento programado, mientras que el módulo de potencia se puede sustituir sin desmontar la caja de conexiones.

Comunicación avanzada para funcionamiento y mantenimiento

El acceso inalámbrico desde cualquier dispositivo móvil facilita y agiliza la configuración del inversor y de la planta. La interfaz de usuario integrada no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también permite acceder a ajustes avanzados en la configuración del inversor. La aplicación móvil Installer for Solar Inverters y el asistente de configuración permiten una instalación y puesta en marcha rápida de múltiples inversores, lo que reduce el tiempo dedicado en el sitio.

Integración rápida del sistema

El protocolo Modbus (RTU/TCP)/SUNSPEC estándar del sector, permite una rápida integración del sistema. Dos puertos Ethernet ofrecen a las plantas de energía solar una comunicación rápida y a prueba de futuro.

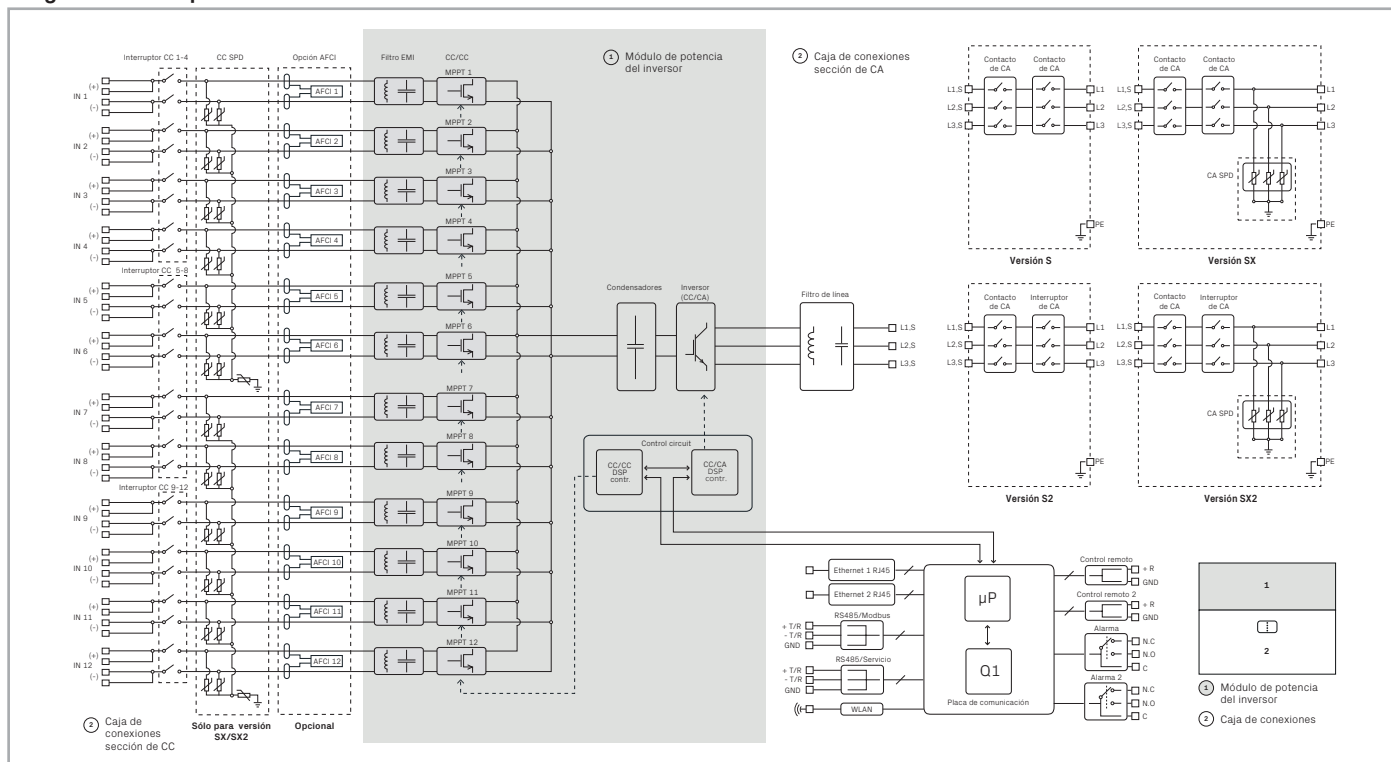
Proteja sus activos

La monitorización de sus activos se simplifica, ya que cada inversor es capaz de conectarse a la plataforma de Aurora Vision® y, gracias a una ciberseguridad de última generación y la opción de detección de fallas de arco, sus activos y su rentabilidad estarán seguros a largo plazo.

Características destacadas

- Potencia nominal de hasta 185 kW, la mayor de su clase
- Diseño todo en uno, sin combinadores ni fusibles
- Compartimento de módulo de potencia y conexiones separados para un intercambio y sustitución rápidos
- Acceso sencillo a los consumibles para una inspección y sustitución rápidas
- 12 MPPT y amplio intervalo de tensión de entrada para una máxima productividad de energía
- Interfaz wifi para puesta en marcha y configuración
- Monitorización y actualización de firmware remotas a través de la plataforma de Aurora Vision® (sin loggers)
- Acceso gratuito de serie a la nube Aurora Vision®

Diagrama de bloques del inversor de cadena PVS-175-TL



Datos técnicos y tipos	
Entrada	
Tensión de entrada de CC máxima absoluta ($V_{max,abs}$)	1500 V
Tensión de entrada de CC de puesta en marcha (V_{start})	750 V (650...1000 V)
Intervalo de tensión operativa de entrada de CC ($V_{dmin}...V_{dmax}$)	0.7 x Vstart...1500 V (mín. 600 V)
Tensión nominal de entrada de CC (V_{acr})	1110 Vdc
Potencia nominal de entrada de CC (P_{dcr})	188000 W @ 30°C - 177000 W @ 40°C
Número de MPPT independientes	12
Intervalo de tensión de entrada de CC con MPPT a ($V_{MPPTmin}...V_{MPPTmax}$) a P_{acr}	850...1350 V
Corriente de entrada de CC máxima para cada MPPT (I_{dmax})	22 A
Corriente máxima de cortocircuito de entrada (I_{scmax}) para cada MPPT	30 A
Número de pares de entrada de CC para cada MPPT	2 entradas de CC por MPPT
Tipo de conexión de CC	Conector de acoplamiento rápido FV ²⁾
Protección de entrada	
Seccionador de circuito de detección de arco en serie CC	Tipo I según UL 1699B con capacidad de detección en MPPT individuales
Protección contra polaridad inversa	Si, desde una fuente de intensidad limitada
Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT - varistancia	Si, 2 (solo versión S/S2)
Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT - descargador de sobretensión sustituible	Tipo 2 con monitorización (solo versión SX/SX2)
Control del aislamiento de generador fotovoltaico (resistencia de aislamiento)	Si, según IEC 62109-2
Unidad de monitorización de corriente residual (protección contra corrientes de fuga)	Si, según IEC 62109-2
Interruptor de desconexión de carga de CC (valor nominal para cada MPPT)	20 A/1500 V - 35 A/1250 V - 50 A/1000 V
Capacidad de fusibles	N/A, no presenta fusibles
Monitorización de la corriente de cadena	Detección de corriente a nivel de MPPT
Lado de salida	
Tipo de conexión con la red de CA	Trifásica 3W+PE (TN system)
Potencia nominal de CA ($P_{acr} @ \cos\varphi=1$)	175 000 W a 40 °C
Potencia máxima de salida de CA ($P_{acmax} @ \cos\varphi=1$)	185 000 W a ≤ 30 °C
Potencia aparente máxima (S_{max})	185 000 VA
Tensión nominal de la red de CA ($V_{ac,r}$)	800 V
Intervalo de tensiones de CA	552...960 V ³⁾
Corriente máxima de salida de CA ($I_{ac,max}$)	134 A
Frecuencia nominal de salida (f_i)	50 Hz/60 Hz
Intervalo de frecuencia de salida ($f_{min}...f_{max}$)	45...55 Hz / 55...65 Hz ³⁾
Factor de potencia nominal e intervalo ajustable	> 0,995, 0...1 inductiva/capacitiva con S_{max} máxima
Distorsión armónica total de la intensidad	< 3%
Máx. inyección de corriente de CC (% de In)	< 0,5%*In
Cable de CA máximo / multipolar	1 x 53 mm (1 x M63 prensaestopas)
Cable de CA máximo / unipolar	3 x 32 mm (3 x M40 prensaestopas)
Tipo de conexión de CA	Barra colectora de cobre para conexiones de terminales con pernos M10 (incluida)
Protección de salida	
Protección contra la formación de islas	De acuerdo con la normativa local
Protección máxima contra sobreintensidad de CA externa	200 A
Protección contra sobretensiones de salida - dispositivo de protección frente a sobretensiones sustituible	Tipo 2 con monitorización
Rendimiento de funcionamiento	
Eficiencia máxima (η_{max})	98.7%
Eficiencia ponderada (EURO/CEC)	98.4%
Comunicación	
Interfaces de comunicación integradas	Ethernet de doble puerto, wifi ⁴⁾ , RS-485
Interfaz de usuario	4 LED, interfaz de usuario web, app móvil
Protocolo de comunicación	Modbus RTU/TCP (conforme a Sunspec)
Herramienta de puesta en marcha	Interfaz de usuario web, aplicación para móvil/aplicación para planta
Monitorización	Plant Portfolio Manager, Visualizador de planta
Código de tipo	
Actualización de FW	Actualización remota de FW de inversor (todos los componentes) a través de interfaz Ethernet/wifi, en local o remoto
Actualización de parámetros	Actualización remota de parámetros de inversor (todos los componentes) a través de interfaz Ethernet/wifi, en local o remoto
Condiciones ambientales	
Intervalo de temperatura ambiente de funcionamiento	-25...+60 °C/-13...140 °F con derrateo por encima de 40 °C/133 °F
Humedad relativa	4 %...100 % de condensación
Nivel de presión sonora, típica	65dB(A) @ 1m
Altitud máxima de funcionamiento sin derrateo	2000 m / 6560 pies

Datos técnicos y tipos

Condiciones físicas

Especificación de protección ambiental	IP65 (IP54 para la sección de refrigeración)
Refrigeración	Aire forzado
Tamaño (Al x An x Pr)	867x1086x419 mm / 34.2"x42.7"x16.5" para modelo -S, -SX 867x1086x458 mm / 34.2"x42.7"x18.0" para modelo -S2, SX2
Peso	~76 kg/167.5 libras para el módulo de potencia 77 kg / 169.7 libras para la caja de conexiones, en total 153 kg / 337.2 lbs
Sistema de montaje	Soporte de montaje (soporte solo vertical)

Seguridad

Nivel de aislamiento	Sin transformador
Marcado	CE
Normas de seguridad y CEM	IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 301 489-1, EN 301 489-17, EN 300 328, EN 62311
Normas de red ⁵⁾	CEI 0-16, UTE C 15 712-1, JORDAN IRR-DCC-MV and IRR-TIC, BDEW, VDE-AR-N 4110, VDE-AR-N 4120, P.O. 12.3, DRRG D.4

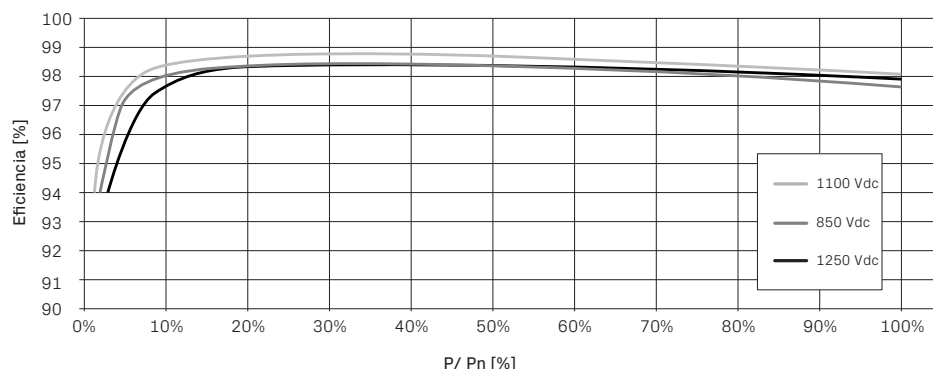
Versiones del producto disponibles

Módulo de potencia del inversor	MÓDULO DE POTENCIA PVS-175-TL
24 pares de conectores de acoplamiento rápido (2 para cada MPPT), interruptores de CC, varistores en el lado de CC	WB-S-PVS-175-TL
24 pares de conectores de acoplamiento rápido (2 para cada MPPT), interruptores de CC, varistores en el lado de CC + interruptor de desconexión de CA	WB-S2-PVS--175-TL
24 pares de conectores de acoplamiento rápido (2 para cada MPPT), interruptores de CC + cartuchos insertables de descargador de tipo 2 (CC y CA)	WB-SX-PVS-175-TL
24 pares de conectores de acoplamiento rápido (2 para cada MPPT), interruptores de CC + interruptor de desconexión de CA + cartuchos insertables de descargador de tipo 2 (CC y CA)	WB-SX2-PVS--175-TL

Accesorios opcionales disponibles

Seccionador de circuito de detección de arco en serie CC	Tipo I según UL 1699B ²⁾ con capacidad de detección en MPPT individuales
Placa de CA, cables unipolares	Placa con 4 prensaestopas de CA individuales: 3 x M40: Ø 22...32mm, 1 x M32: Ø 18...25mm
Placa de CA, cables multipolares	Placa con 2 prensaestopas de CA individuales: 1 x M63: Ø 37...53mm, 1 x M32: Ø 18...25mm
Circuito de recarga del enlace de CC	Operación nocturna con capacidad de rearme
Anti PID ⁶⁾	Basado en la polarización nocturna del generador fotovoltaico

Curva de eficiencia de PVS-175-TL



- 1) Multicontacto MC4-Evo2. Se admiten acopladores de cables de hasta 10 mm² (AWG8)
- 2) Rendimiento en línea con los requisitos pertinentes de la norma en borrador IEC 63027
- 3) El intervalo de tensión de CA y frecuencia puede variar en función del estándar específico de la red del país
- 4) El uso de cables de aluminio es posible a través de terminales de cable bimetalicos
- 5) Consulte con su canal de ventas para conocer la disponibilidad del estándar de cuadrícula aplicable para su país

- 6) De conformidad con la norma IEEE 802.11 b/g/n, 2.4 GHz
- 7) No puede funcionar simultáneamente si se instala junto con el circuito de recarga de enlace de CC

Comentario. Las características que no se mencionan específicamente en esta ficha técnica no se incluyen en el producto.



Para mayor información, favor de contactar a su representante local de FIMER o visite:

fimer.com

Nos reservamos el derecho a realizar cambios técnicos o modificar el contenido de este documento sin previo aviso. En cuanto a las órdenes de compra, prevalecerán los detalles convenidos. FIMER no es responsable de los errores potenciales ni de la posible falta de información en este documento.

Nos reservamos todos los derechos en este documento y sobre el tema principal, así como las ilustraciones en el mismo. Se prohíbe la reproducción, la divulgación a terceros o el uso de su contenido, total o parcial, sin el consentimiento previo por escrito de FIMER. Derechos reservados © 2020 FIMER. Todos los derechos reservados.





Solar Steel
By **Gonvarri**
Steel Services

RackSmarT
By **Solar Steel**

- Systems for every module type and configuration.
- Optimal structural dimensioning for every project: structural calculation, foundation designs, layouts, corrosion study.
- **Adaptable** to large slopes.
- Shorten mounting times.
- More than **2 GW** installed.

RackSmart

Mechanical & Structural Specifications / General Features

Name/Model	Racksmart
Product Type	Fix tilt structure
Module Configuration	Landscape or portrait Typical configuration: 2 portrait, 4 landscape, 6 landscape
Supported Modules	Crystalline (60 & 72 cells), First Solar, Byglass, Solar Frontier, Thin Film
General dimensions	According string configuration
Materials	NDG steel & Magnelis® (or similar)
Fasteners	HDG 8.8 quality & Stainless Steel A2
Maximum Ground Slope	Up to 30% North-South Up to 30% East-West
Module Attachment method	Bolts or clamps with integrated grounding Thin Film / Bolt & Clamp
Standard Warranty	10 years structure

Design Specifications

Wind Load	According EUROCODE, ASCE07 or Local Standards
Snow Load	According EUROCODE, ASCE07 or Local Standards
Seismic Load	According EUROCODE, ASCE07 or Local Standards
Maximum wind speed	According EUROCODE, ASCE07 or Local Standards
Structural optimization	Wind Tunnel & CFD
PE Stamp	According to Local Rules
Other Codes	CE Certified / UL listed

Installation & Maintenance

Connections	Bolted connections without welding
Installation Tools	Standard tools; no special tools
Installation Height	All installation from the ground level, including modules
Module fixing	Bolts or clamps
On-site Fabrication works	No
Foundation system	Driven piles, concrete foundation or ground screw depending on geotechnical characteristics
Installation documentation	Assembly Drawings & Installation manual
Additional Services	On-site Training & Commissioning
Maintenance	Reduced maintenance & module cleaning
PV module cleaning	Compatible with cleaning robots

GSS Arizona

11040 N. Solar Canyon Way
Surprise, AZ 85379 USA
Tel.: +1 623 476 2248
Fax.: +1 623 476 5849

Gonvarri MS Baja California, S.A. de C.V.

Corredor Tijuana Rosarito 2000 #15102 MT4B
Zona Cerril General, La Presa
Tijuana, B.C., México, C.P. 22330

Çepas Gonvarri Group

175. Sokak No: 2 - 2/A (Istanbul yolu 25.KM.)
Saray Mahallesi KAZAN/ANKARA/TÜRKİYE
Tel.: +90 312 815 47 23
Fax: +90 312 815 47 27
www.cepas.com.tr

Gonvarri Colombia

Calle 86 N° 45-90, Itagüí, Antioquia - Colombia
Tel.: 574 444 50 11 Ext 127
www.industriasceno.com

Hiosa

Polígono industrial de Cancienes
33470 Corvera, Asturias - España
Tel.: 34 98 512 82 00
Fax: 34 98 550 53 60
www.hiosa.es

SOLAR STEEL HEADQUARTERS

San Vicente, 8
48001 Bilbao - Spain
Phone: +34 944 23 31 37
info@gsolarsteel.com

www.gonvarristeelsteel.com
www.gsolarsteel.com



Anejo nº 5. Estudio de seguridad y salud

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA

ÍNDICE

1.	OBJETO	6
2.	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	8
2.1	EMPLAZAMIENTO	8
2.2	PLAZO DE EJECUCIÓN	8
2.3	NÚMERO DE TRABAJADORES	8
2.4	PRESUPUESTO DE LAS ACTUACIONES	8
2.5	PROPIEDAD	8
2.6	ACCESOS	8
2.7	EDIFICIOS E INFRAESTRUCTURAS ANEXAS	9
2.8	TOPOGRAFÍA	9
2.9	LUGAR DEL CENTRO ASISTENCIAL MÁS PRÓXIMO EN CASO DE ACCIDENTE	9
3.	NORMATIVA	11
4.	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	13
4.1	INTRODUCCIÓN	13
4.2	DERECHOS Y OBLIGACIONES	13
4.2.1.	Protección frente a los riesgos laborales	13
4.2.2.	Principios de la acción preventiva	13
4.2.3.	Evaluación de riesgos	14
4.2.4.	Equipos de trabajo y medios de protección	15
4.2.5.	Información para los trabajadores	15
4.2.6.	Formación de los trabajadores	15
4.2.7.	Medidas de emergencia	15
4.2.8.	Riesgo grave e inminente	16
4.2.9.	Reconocimiento médico laboral	16
4.2.10.	Documentación	16
4.2.11.	Coordinación de actividades empresariales	17
4.2.12.	Protección de trabajadores sensibles	17
4.2.13.	Protección de la maternidad	17
4.2.14.	Protección de los menores	17
4.2.15.	Relaciones de trabajo temporales	18
4.2.16.	Obligaciones de los trabajadores	18
4.3	SERVICIOS DE PREVENCIÓN	18
4.4	CONSULTA Y PARTICIPACIÓN	19
4.4.1.	Consulta de los trabajadores	19
4.4.2.	Derechos de participación y representación	19
5.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	20
5.1	PROTECCIONES COLECTIVAS	21
5.1.1.	Prescripciones de los Elementos de Protección Colectiva	21
5.1.2.	Señalización	23
5.1.3.	Instalación eléctrica	25
5.1.4.	Aparatos elevadores	25
5.2	PROTECCIONES INDIVIDUALES	26
5.2.1.	Casco de seguridad	30
5.2.2.	Calzado de seguridad	30
5.2.3.	Protector auditivo	31
5.2.4.	Guantes de seguridad	31
5.2.5.	Cinturón de seguridad	31
5.2.6.	Gafas de seguridad	31
5.2.7.	Mascarilla antipolvo	31
5.2.8.	Equipo para soldador	32
5.2.9.	Guantes aislantes	32

5.2.10.	Exigencias complementarias.....	32
5.3	PROTECCIONES ESPECIALES	35
5.3.1.	Circulación y accesos en obra	35
5.3.2.	En máquinas.....	36
5.3.3.	Contra contactos eléctricos.....	36
5.3.4.	Caída de objetos	36
5.3.5.	Acopios	36
5.4	FORMACIÓN DEL PERSONAL.....	37
5.5	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	37
5.5.1.	Botiquines.	37
5.5.2.	Asistencia a accidentados.....	37
5.5.3.	Reconocimiento médico.	38
5.6	PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS	38
6.	RIESGOS	39
6.1	RIESGOS LABORALES ELIMINABLES	39
6.2	RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES.....	39
6.2.1.	Toda la obra	39
6.2.2.	Movimientos de tierras.....	40
6.2.3.	Construcción edificio eléctrico.....	41
6.2.4.	Montaje de equipos	42
6.2.5.	Puesta en tensión.....	43
6.3	TRABAJO LABORALES ESPECIALES	44
6.4	MOVIMIENTO DE TIERRAS	44
6.4.1.	Actuaciones previas.....	44
6.4.2.	Actuaciones durante los trabajos	44
6.4.3.	Trabajos de vaciados	45
6.4.4.	Riesgos	45
6.4.5.	Medidas preventivas	46
6.4.6.	Protecciones individuales	48
6.4.7.	Protecciones colectivas	49
6.5	CARGA Y DESCARGA	49
6.5.1.	Riesgos	49
6.5.2.	Medidas preventivas	49
6.5.3.	Protecciones individuales	50
6.5.4.	Protecciones colectivas	50
6.6	EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y CIMENTACIONES.....	50
6.6.1.	Riesgos	51
6.6.2.	Medidas preventivas	51
6.6.3.	Protecciones individuales	52
6.6.4.	Protecciones colectivas	52
6.7	HORMIGONADO Y CIMENTACIÓN.....	52
6.7.1.	Riesgos	52
6.7.2.	Medidas preventivas	53
6.7.3.	Protecciones individuales	53
6.7.4.	Protecciones colectivas	53
6.8	COLOCACIÓN DE ESTRUCTURAS.....	53
6.8.1.	Riesgos	53
6.8.2.	Medidas preventivas	54
6.8.3.	Protecciones individuales	54
6.8.4.	Protecciones colectivas	55
6.9	COLOCACIÓN DE PANELES	55
6.9.1.	Riesgos	55
6.9.2.	Medidas preventivas	56
6.9.3.	Protecciones individuales	57

6.9.4.	Protecciones colectivas	57
6.10	MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS.....	57
6.10.1.	Transporte de materiales	57
6.10.2.	Apertura de zanjas	58
6.10.3.	Cercanía a instalaciones de media tensión	59
6.10.4.	Canalización de la línea	61
6.10.5.	Trabajos en tensión	62
6.10.6.	Puesta en servicio	64
6.10.7.	Puesta en servicio en ausencia de tensión	65
7.	DELEGADOS DE PREVENCIÓN Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD	68
7.1	DELEGADOS DE PREVENCIÓN	68
7.1.1.	Competencias y facultades	68
7.2	COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD	69
7.2.1.	Competencias y facultades	69
8.	TRABAJADORES	70
9.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	71
10.	RECURSO PREVENTIVO.....	72
11.	ORDENACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	74
11.1	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....	74
11.2	PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN.....	74
11.3	COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.....	75
11.4	ORGANIGRAMA FUNCIONAL	75
11.4.1.	Servicios de Prevención	75
11.4.2.	Representantes del personal	76
11.4.3.	Vigilante y Comité de Seguridad y Salud.....	76
11.4.4.	Coordinador de Seguridad y Salud	76
11.4.5.	Coordinación.....	77
11.5	NORMAS GENERALES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	77
11.5.1.	Toma de decisiones.....	77
11.5.2.	Evaluación continua.....	77
11.5.3.	Controles periódicos	78
11.5.4.	Adecuación y adopción de medidas.....	78
11.5.5.	Paralización de los trabajos	78
11.5.6.	Registro y comunicación de datos.....	79
11.6	REUNIONES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL INTERNO	80
12.	FORMACIÓN E INFORMACIÓN.....	81
12.1	ACCIONES FORMATIVAS.....	81
12.1.1.	Normas generales	81
12.1.2.	Contenido.....	81
12.1.3.	Organización.....	82
12.1.4.	Instrucciones generales y específicas	82
12.2	INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN.....	83
13.	ASISTENCIA MÉDICO-SANITARIA	85
13.1	SERVICIOS ASISTENCIALES.....	85
13.1.1.	Prestaciones generales	85
13.1.2.	Accidentes.....	85
13.2	MEDICINA PREVENTIVA	85
13.2.1.	Reconocimientos médicos	85
13.2.2.	Botiquín de obra.....	86
13.3	PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRISMO	86
14.	MEDIDAS DE EMERGENCIA.....	88
14.1	CENTROS MÉDICOS	88

14.2	VÍAS DE EVACUACIÓN.....	89
14.3	PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS	89
14.3.1.	Medidas de prevención y extinción.....	89
15.	SERVICIOS DE SALUD Y BIENESTAR.....	91
15.1	GENERALIDADES	91
15.1.1.	Emplazamiento	91
15.1.2.	Características técnicas	91
15.1.3.	Condiciones higiénicas, de confort y mantenimiento	92
15.2	LOCALES	92
15.2.1.	Vestuarios y aseos.....	92
15.2.2.	Duchas.....	93
15.2.3.	Inodoros.....	93
15.2.4.	Comedores	93
16.	EJECUCIÓN DE LA OBRA	95
16.1	GENERALIDADES	95
16.2	PUESTOS DE TRABAJO	96
16.3	ZONAS DE ESPECIAL RIESGO.....	97
16.4	ZONAS DE TRÁNSITO.....	97
16.5	RIESGOS ESPECIALES	97
16.5.1.	Trabajos.....	97
16.5.2.	Productos, materiales y sustancias.....	98
16.6	ILUMINACIÓN.....	98
16.7	RUIDOS Y VIBRACIONES	99
16.8	ORDEN Y LIMPIEZA.....	99
16.9	RESIDUOS Y ESCOMBROS	100
16.10	EPI	100
16.11	EQUIPOS DE TRABAJO	101
16.12	CONDICIONES DE CONFORT	101
16.13	PROTECCIÓN DE HUECOS	102
16.13.1.	Verticales.....	102
16.13.2.	Horizontales	102
17.	LOCALES Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.....	103
17.1	SEGURIDAD ESTRUCTURAL	103
17.2	EMPLAZAMIENTO.....	103
17.3	SUPERFICIE Y CUBICACIÓN.....	103
17.4	SUELOS, TECHOS Y PAREDES	103
17.5	PASILLOS, SEPARACIONES Y ZONAS LIBRES.....	104
17.6	MATERIALES INFLAMABLES	104
18.	INSTALACIONES PARA SUMINISTROS PROVISIONALES.....	105
18.1	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	105
18.1.1.	Personal instalador	105
18.1.2.	Cuadros eléctricos	105
18.1.3.	Puesta a tierra	106
18.1.4.	Conductores eléctricos.....	107
18.1.5.	Lámparas eléctricas portátiles.....	107
18.1.6.	Equipos y herramientas de accionamiento eléctrico	108
18.1.7.	Conservación y mantenimiento	108
18.2	INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE	108
18.2.1.	Condiciones generales	108
19.	EQUIPOS DE TRABAJO	110
19.1	GENERALIDADES	110
19.1.1.	Condiciones previas	110
19.1.2.	Señalizaciones.....	110

19.1.3.	Medidas de protección	110
19.1.4.	Información e instrucciones.....	111
19.1.5.	Condiciones para su utilización	111
19.2	MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN.....	112
20.	MAQUINARIA.....	113
20.1	CONDICIONES GENERALES.....	113
20.2	TRANSPORTE HORIZONTAL.....	114
20.2.1.	Carretilla mecánica	114
20.2.2.	Camión de transporte	115
20.2.3.	Camión hormigonera	115
20.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS	116
20.3.1.	Generalidades	116
20.3.2.	Excavadora	116
20.3.3.	Pala cargadora	117
20.3.4.	Retroexcavadora	117
20.3.5.	Motoniveladora	117
20.3.6.	Hincadora	117
20.3.7.	Mototrailla	118
20.3.8.	Carretilla rígida	118
20.4	CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN	118
20.4.1.	Hormigonera.....	118
20.4.2.	Vibrador	119
20.5	OFICIOS VARIOS	119
20.5.1.	Soldadura eléctrica por arco	119
20.5.2.	Soldadura oxiacetilénica y corte	121
20.5.3.	Equipos y herramientas eléctricas portátiles.....	122
21.	HERRAMIENTAS MANUALES	123
22.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	124

1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos laborales y enfermedades profesionales durante el Proyecto, la Obra de construcción y la puesta en marcha de la Planta Fotovoltaica Hibridación CH Jalón, situada en el término municipal de Alagón (Zaragoza).

En todo momento se cumplirá lo establecido en el RD 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Seguridad y Salud para las Obras de construcción.

Por tanto, la empresa constructora adjudicataria de la Obra estará obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios y la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos.

De acuerdo con la normativa mencionada, el Plan se someterá, antes del inicio de la Obra, a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra, manteniéndose, después de su aprobación, una copia a su disposición.

Será necesario presentar este documento ante la Autoridad Laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

En este Estudio de Seguridad y Salud se contempla lo siguiente:

- Preservación de la integridad de trabajadores y personas del entorno.
- Minimización de riesgos.
- Definición de instalaciones y útiles necesarios para la correcta protección colectiva e individual del personal.
- Definición de instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.
- Formación de los trabajadores para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.

Será necesario implantar un Libro de Incidencias, con las características definidas en el RD 1627/1997.

Será responsabilidad del Contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responderá solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los Subcontratistas o similares.

El presente Estudio de Seguridad y Salud se realiza en cumplimiento del Artículo 4, apartado 2 del RD 1627/1997, de 24 de octubre, donde se establece la obligatoriedad de realizar un Estudio de Seguridad y Salud, por parte del promotor, durante la fase redacción del proyecto.

Los principales objetivos de la redacción del presente estudio son: reducir los índices de accidentabilidad, integrar las técnicas preventivas en el proceso productivo y complementar las normas de gestión de calidad y las normas de gestión medioambiental, cumpliendo además con la obligación legal del empresario respecto a sus trabajadores.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1 EMPLAZAMIENTO

Las obras objeto de este Estudio son las correspondientes a la "PLANTA FOTOVOLTAICA HIBRIDACIÓN CH JALÓN" situadas en la parcela 15 del polígono 11 del término municipal de Alagón (Zaragoza).

2.2 PLAZO DE EJECUCIÓN

De acuerdo con el programa de trabajo establecido, se prevé que las obras se ejecuten en un periodo total de 4,5 meses.

2.3 NÚMERO DE TRABAJADORES

En base a los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores trabajando simultáneamente en la obra alcanzará la cifra de 15 trabajadores, siendo 10 la cifra habitual.

2.4 PRESUPUESTO DE LAS ACTUACIONES

El Presupuesto de Ejecución Material de las medidas adoptadas en el presente estudio de seguridad y salud asciende a la cantidad de 6.721,00 €.

El Presupuesto Base de Licitación de las actuaciones previstas en el presente proyecto asciende a la cantidad de 901.581,65 €.

2.5 PROPIEDAD

El encargo del presente Estudio de Seguridad y Salud ha sido realizado por la COMUNIDAD GENERAL DE USUARIOS DEL CANAL IMPERIAL DE ARAGÓN.

2.6 ACCESOS

Las obras a las que refiere este proyecto se desarrollan al sur del término municipal de Alagón (Zaragoza). Este municipio se sitúa en la cabecera de la Ribera Alta del Ebro, a unos 25 km al noroeste de la ciudad de Zaragoza. El acceso hasta las instalaciones se realizará por la autovía A-68 hasta el municipio de Alagón y a partir de ésta, a través de caminos rurales que dan acceso a la parcela considerada.

2.7 EDIFICIOS E INFRAESTRUCTURAS ANEXAS

En la zona de actuación no existen edificaciones que vayan a verse directamente afectadas por las obras. Sin embargo, en los puntos donde existan edificaciones próximas será necesario extremar la precaución a la hora de realizar trabajos con maquinaria pesada.

Por otro lado, sí que se utilizarán diferentes carreteras y caminos rurales, por lo que será necesario realizar la reposición de las infraestructuras que pudieran verse afectadas en la obra así como los cruces de caminos necesarios.

2.8 TOPOGRAFÍA

La zona afectada por la presente actuación se localiza en una zona de topografía prácticamente llana, con pendientes muy pequeñas, esta zonas se correspondiente con la ubicación del campo fotovoltaico y con la línea eléctrica de BT.

Esto implica que el movimiento de la maquinaria en la fase de ejecución de las obras no presentará grandes dificultades como consecuencia de la topografía natural.

2.9 LUGAR DEL CENTRO ASISTENCIAL MÁS PRÓXIMO EN CASO DE ACCIDENTE

La cercanía a un núcleo de población importante hace que existan varios Centros Asistenciales de la Seguridad Social próximos a la obra.

Las distancias a los núcleos urbanos en los que el servicio de auxilio tendría nivel superior al previsto en la obra son:

- A 4,1 km: Centro Salud de Alagón

- Dirección: Calle Corona de Aragón, 5
- Localidad: Alagón
- Municipio: Alagón
- Provincia: Zaragoza
- Código Postal: 50630
- Teléfono: 976 61 15 44

- A 30,4 km: Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza

- Dirección: Paseo Isabel la Católica, 1 - 3
- Localidad: Zaragoza
- Municipio: Zaragoza
- Provincia: Zaragoza
- Código Postal: 50009
- Teléfono: 976 76 55 00

- A 28,7 km: Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza

- Dirección: Calle de San Juan Bosco, 15
- Localidad: Zaragoza
- Municipio: Zaragoza
- Provincia: Zaragoza
- Código Postal: 50009
- Teléfono: 976 76 57 00

3. NORMATIVA

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, 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.
- 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 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 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 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 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.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las 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 dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a trabajos con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.

- 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, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- 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.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Estatuto de los Trabajadores.
- 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 complementarias.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

4.1 INTRODUCCIÓN

La ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales determina las garantías y responsabilidades precisas para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. Establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas en:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de EPI.

4.2 DERECHOS Y OBLIGACIONES

4.2.1. PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. Por ello, el empresario adoptará las medidas que sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores. Dichas medidas dispondrán de las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

4.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

En materia de prevención, el empresario tendrá como objetivo lo siguiente:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Adaptar el trabajo a la persona, reduciendo al mínimo el riesgo asociado.

- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Instruir a los trabajadores.
- Asegurar que solamente los trabajadores formados puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias que pudiera cometer el trabajador.

4.2.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS

La acción preventiva será planificada por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores. Esta evaluación inicial será de carácter general, y tendrá en cuenta la naturaleza de la actividad, y aquellos que estén expuestos a riesgos especiales.

Así pues, se clasificarán las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Falta de formación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Mal uso de maquinaria y equipos en trabajos.
- Control deficiente en la explotación.
- Falta de formación del personal en materia de seguridad.

En lo que respecta a las máquinas herramienta, se asocia a su manejo diferentes riesgos:

- Puesta en marcha sin conocimiento del modo de funcionamiento.
- Falta de engrasado, produciendo un desgaste y rotura prematuros.
- Mal posicionamiento de palancas o de la herramienta debido a su mal guiado.
- Riesgos mecánicos por funcionamiento de la maquinaria:
- Atrapamientos.
- Golpes por funcionamiento.
- Golpes por proyección de elementos.
- Riesgos no mecánicos: eléctricos, químicos, acústicos, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación: sobre un eje. Se clasifican en:
- Elementos aislados: árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre elementos rotativos y fijos.

- Movimientos alternativos y de traslación.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación: este tipo de movimiento genera puntos de “tijera” entre las piezas oscilantes y otras piezas fijas.

4.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN

Si la utilización de un equipo de trabajo presenta un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores los EPI adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

4.2.5. INFORMACIÓN PARA LOS TRABAJADORES

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, dirigidas a la mejora de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de la señalización en dichos lugares y de la utilización de los EPI.

4.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia de prevención.

4.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA

El empresario deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los

trabajadores. Para ello, designará a personal encargado de poner en práctica estas medidas y de comprobar periódicamente su correcto funcionamiento.

4.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE

Cuando el empresario detecte que los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente debido a su trabajo, estará obligado a:

- Informar a todos los trabajadores afectados sobre la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Instruir para que en caso de peligro los trabajadores puedan interrumpir su actividad y pasar a un estado seguro, además de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

4.2.9. RECONOCIMIENTO MÉDICO LABORAL

La empresa está obligada a vigilar el estado de salud de sus trabajadores, por lo que debe ofrecerles la posibilidad de hacerse una revisión médica. La ley le obliga a ofrecer la revisión de forma periódica y debe hacerse cargo de todos los costes que se generen. Ahora bien, una vez su empresa cumpla con su obligación de ofrecer la revisión médica, en general sus trabajadores podrán decidir si se la hacen o no. No obstante, la ley prevé algunos casos en los que sí que podrá obligar a sus trabajadores a hacerse la revisión (por ejemplo, cuando dicha revisión sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de sus empleados).

4.2.10. DOCUMENTACIÓN

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Plan de Prevención de Riesgos Laborales, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 16 de la ley 31/1995.
- Evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo, incluido el resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores, de acuerdo con lo dispuesto en el párrafo a del apartado 2 del artículo 16 de la ley 31/1995.

- Planificación de la actividad preventiva, incluidas las medidas de protección y de prevención a adoptar y, en su caso, material de protección que deba utilizarse, de conformidad con el párrafo b del apartado 2 del artículo 16 de la ley 31/1995.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores previstos en el artículo 22 de la ley 31/1995, además de las conclusiones obtenidas de los mismos en los términos recogidos en el último párrafo del apartado 4 del citado artículo.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo. En estos casos el empresario realizará, además, la notificación a que se refiere el apartado 3 del presente artículo. 2, de la ley 31/1995.

4.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, estas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales.

4.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES SENSIBLES

El empresario garantizará la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

4.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

4.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos. Se prestará especial atención a los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

4.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar de este nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

4.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

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.

Los trabajadores tendrán las siguientes obligaciones:

- Usar adecuadamente las máquinas, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario
- Informar de inmediato de un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones de seguridad establecidas.

4.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

El empresario designará a trabajadores para ocuparse de la actividad de prevención, ya sea constituyendo un servicio propio o contratándolo a una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir en persona las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

Si la designación de trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

4.4 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN

4.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- Planificación y organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, con las consecuencias que éstas tengan para la seguridad y la salud.
- Organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa.
- Designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- Proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

4.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo. En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación será a través de los representantes de los trabajadores.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

El Jefe de Obra, tomará todas las medidas necesarias independientemente de que estén o no reflejadas en el Estudio de Seguridad y Salud. Las medidas generales que se tomaran en materia de prevención son:

- Los elementos de carga utilizados serán verificados antes de su puesta en servicio comprobándose su aptitud para ser cargado con material y usado por personas.
- El uso del arnés de seguridad será obligatorio en todos los trabajos con riesgo de caída desde altura.
- Se prestará especial atención a los suelos que puedan representar peligro de resbalones y caídas debidas a hielo, humedad, etc.
- Se limitará la carga física en la manipulación de piezas a un peso máximo de 25kg.
- Se controlará la limpieza de la obra para evitar accidentes con cualquier material depositado.
- Se señalizará el lugar de trabajo cumpliendo con el RD 485/1997. Los colores de esta señalización representarán:
 - Color rojo: prohibición, peligro-alarma o elementos de lucha contra incendios.
 - Color amarillo: advertencia.
 - Color azul: obligación.
 - Color verde: salvamento o de auxilio o situación.
- Se protegerán todos los huecos con barandillas, mallazos, redes, etc.
- Los cuadros eléctricos estarán protegidos contra contactos directos e indirectos.
- Las tomas de tierras serán exigibles en todos los elementos metálicos y no metálicos con riesgo de transmisión eléctrica al usuario.
- En días de calor intenso, se tomarán las medidas necesarias para evitar deshidratación o insolación excesiva. Se distribuirán los trabajos más duros en horas de menor incidencia solar y en las de más calor, trabajar en tajos interiores.
- Se informará a la Dirección Facultativa en el menor periodo de tiempo posible de los accidentes que se produzcan en la Obra, así como las causas y consecuencias de éstos.

5.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

El área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos, y el movimiento del personal en la Obra debe quedar previsto estableciendo itinerarios obligatorios.

Se señalizarán las líneas enterradas de comunicaciones, telefónicas, de transporte de energía, etc., así como, las conducciones de gas, agua, etc., que puedan ser afectadas durante los trabajos de movimiento de tierras, estableciendo las protecciones necesarias para respetarlas. Se deberán señalizar y balizar los accesos y recorridos de vehículos, así como los bordes de las excavaciones.

Si la extracción de los productos de excavación se hace con grúas, éstas deben llevar elementos de seguridad contra la caída de estos. Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente del orden de 120 lux en las zonas de trabajo y de 10 lux en el resto. En los trabajos de mayor definición se emplearán portátiles.

Para evitar peligro de vuelco, ningún vehículo irá sobrecargado. Toda la maquinaria de Obra, vehículos de transporte y maquinaria pesada de vía estará pintada en colores vivos y tendrá los equipos de seguridad reglamentarios en buenas condiciones de funcionamiento. Además, deben llevar bien visibles placas de especificaciones.

También se evitará exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición. Todos los vehículos de motor llevarán dispositivos de frenado, y los remolcados disponer de servofrenos.

La maquinaria eléctrica que haya de utilizarse en forma fija, o semifija, tendrá sus cuadros de acometida a la red provistos de protección contra sobrecarga, cortocircuito y puesta a tierra. Los operarios no podrán acercarse a ningún elemento de BT a menos de 0,5m si no es con protecciones adecuadas.

El Contratista adjudicatario de la Obra deberá disponer de suficiente cantidad de todos los útiles y prendas de seguridad y de los repuestos necesarios. Por ser el adjudicatario de la Obra debe responsabilizarse de que los Subcontratistas dispongan también de estos elementos y, en su caso, suplir las deficiencias que pudiera haber.

Los Elementos de Protección Colectiva utilizados deberán existir en el mercado y estar homologados. A continuación, se da un mayor detalle de los Elementos de Protección Colectiva utilizados.

5.1.1. PRESCRIPCIONES DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Vallas de cerramiento perimetral: de una altura mínima de 2m., con una separación mínima hasta la zona de actuación de 1,5m.

- Rampas de acceso a zonas excavadas: La rampa de acceso se hará con caída lateral junto al muro de pantalla. Los camiones circularán lo más cerca posible de éste.
- Vallas de limitación de zonas peligrosas: de altura mínima de 90cm, construidas de tubos metálicos de rigidez suficiente.
- Barandillas: de altura mínima de 90 cm. Con suficiente resistencia para garantizar la retención de personas.
- Señales: de dimensiones y colores reglamentados por las Normativas Vigentes.
- Bandas de separación con carreteras: sujetas a pies derechos metálicos empotrados al terreno, la banda será de plástico de colores amarillo y negro. La resistencia mínima a tracción será de 50kg.
- Conos de separación en carreteras: separados una distancia prudencial para delimitar la zona de trabajo o de peligro.
- Los cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Pasarelas: se emplearán en caso de querer salvar desniveles. Su anchura mínima será de 60 cm, dispondrá de travesaños para que las tablas no se separen entre sí, y además, en el apoyo inferior dispondrá de topes para evitar deslizamientos.
- Plataformas de trabajo: de anchura mínima 60cm. Aquellas que se encuentren a más de 2m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90cm de altura, listón intermedio y rodapié. Se evitarán las sobrecargas.
- Escaleras de mano: provistas de zapatas antideslizantes, siempre se apoyarán en superficies planas y resistentes.
- Topes de desplazamiento de vehículos: se podrán realizar con un par de tablonos embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Pasillos de seguridad: se realizarán a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablonos embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablonos.
- Pórtico limitador de gálibo en paso bajo líneas eléctricas: Estará formado por dos pies derechos metálicos, situados en el exterior de la zona de rodadura de los vehículos.
- Interruptores diferenciales y toma de tierra: la sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30mA y para fuerza de 300mA. La resistencia de las

tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24V.

- Extintores: de polvo polivalente, cumpliendo las condiciones específicamente señaladas en la normativa vigente, como el RD 314/2006. Estarán visiblemente localizados en lugares donde tengan fácil acceso y estén en disposición de uso inmediato en caso de incendio. Se instalará en lugares de paso normal de personas, manteniendo un área libre de obstáculos alrededor del aparato. Deberán estar a la vista. Si su visibilidad está obstaculizada, se implantará una señal que indique su localización.
- Todas las transmisiones mecánicas deberán quedar señalizadas en forma eficiente de manera que se eviten posibles accidentes.
- Todas las herramientas deben estar en buen estado de uso, ajustándose a su cometido. Se debe prohibir suplementar los mangos de cualquier herramienta para producir un par de fuerza mayor y, en este mismo sentido, se debe prohibir, también, que dichos mangos sean accionados por dos trabajadores, salvo las llaves de apriete de tirafondos.

5.1.2. SEÑALIZACIÓN

El RD 485/1997, establece las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Existen diferentes formas de señalización, que se detallan a continuación.

- En forma de panel:
 - Advertencia: con forma triangular, color de fondo amarillo y color de contraste y de símbolo negro.
 - Prohibición: con forma redonda, color de fondo blanco, color de contraste rojo y color de símbolo negro.

- Obligación: con forma redonda, color de fondo azul y color de símbolo blanco.
- Contra incendios: con forma rectangular, color de fondo rojo y color de símbolo blanco.
- Salvamento o socorro: con forma rectangular, color de fondo verde, color de símbolo blanco.
- Cinta de señalización:
 - Constituida de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.
- Cinta de delimitación de zona de trabajo:
 - Constituida de tela o materiales plásticos con franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

Iluminación (anexo IV del RD 486/97), cuyo nivel mínimo en las zonas donde se ejecuten tareas son:

- Baja exigencia visual: 100 lux
- Exigencia visual moderada: 200 lux
- Exigencia visual alta: 500 lux
- Exigencia visual muy alta: 1.000 lux
- Áreas o locales de uso ocasional: 25 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En vías de circulación cuando existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de estas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

5.1.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En todo momento se deberá ajustar al REBT y disponer de hojas de interpretación, certificadas por un instalador autorizado. Además, la instalación deberla satisfacer las siguientes condiciones:

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.
- Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconectados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.
- Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80Ω . Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
- Las tomas de corriente estarán provistas de conductor de toma a tierra y serán blindadas.
- Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- Distancia de seguridad (en metros) a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en kV)} / 100$ (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5m).

5.1.4. APARATOS ELEVADORES

Deberán ajustarse a su normativa específica, satisfaciendo en todo momento las siguientes condiciones:

- Instalarse y usarse correctamente.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Ser manejados por trabajadores adecuadamente formado.
- Presentarán, de forma visible, indicación sobre la carga máxima que puedan soportar.

Las normas de carácter general que deben respetar estos aparatos son:

- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- En las fases de transporte y colocación de los encofrados, en ningún momento los operarios estarán debajo de la carga suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas o ganchos con pestillo de seguridad.
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de esta, se dejará de trabajar y se avisará a la Dirección técnica de la obra.
- Se evitará en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. Esta avería deberá ser subsanada por personal especializado.
- Nunca se dará más de una vuelta a la orientación en el mismo sentido, para evitar el retorcimiento del cable de elevación.
- Si la visión del gruista está limitada, este estará asistido por uno o varios trabajadores que darán las señales adecuadas para la correcta carga, desplazamiento y parada.
- Al terminar el trabajo se dejará desconectada la grúa y se pondrá la pluma en veleta. Si la grúa es sobre raíles se sujetará mediante las correspondientes mordazas.
- Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

5.2 PROTECCIONES INDIVIDUALES

En todo momento se cumplirá el RD 773/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de EPI.

La empresa proporcionará a sus trabajadores EPI adecuados para el desempeño de sus funciones y velará por el uso efectivo de los mismos cuando. Los EPI deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva. Todas estas prendas de protección individual tendrán fijado un período de vida útil y deberán desecharse a su término. Si se produce un deterioro más rápido del EPI, este se repondrá independientemente de la duración prevista.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas Técnicas Reglamentarias MT, y al RD 1407/1992 sobre Homologación de Medios de Protección Personal de los Trabajadores.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y repuesto al momento. De igual modo, si la prenda ha adquirido holguras superiores a las admitidas por el fabricante, se repondrán inmediatamente. Los EPI estarán adecuadamente concebido y suficientemente acabado para que su uso, nunca represente un riesgo o daño en sí mismo. A continuación, se listan ejemplos de accidentes junto con los EPI asociados.

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.

- Guantes de protección frente a abrasión.
- Guantes de protección frente a agentes químicos.

Quemaduras físicas y químicas.

- Guantes de protección frente a abrasión.
- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a calor.

Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

Ambiente pulvígeno.

- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

Aplastamientos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

Atmósferas tóxicas, irritantes.

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

Atrapamientos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.

Caída de objetos y/o de máquinas.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

Caídas de personas a distinto nivel.

- Cinturón de seguridad anticaídas.

Caídas de personas al mismo nivel.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección sin suela antiperforante.

Contactos eléctricos.

- Calzado con protección contra descargas eléctricas.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos.
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Guantes dieléctricos.

Exposición a fuentes luminosas peligrosas.

- Gafas de oxicorte.
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Gafas de seguridad contra radiaciones.
- Mandil de cuero.
- Manguitos.
- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivo.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Polainas de soldador cubre-calzado.

Golpe por rotura de cable.

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores.
- Guantes de protección frente a abrasión.

Pisada sobre objetos punzantes.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suela antiperforante.

Incendios.

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.

Vibraciones.

- Cinturón de protección lumbar.

Sobreesfuerzos.

- Cinturón de protección lumbar.

Ruido.

- Protectores auditivos.

Caída de personas de altura.

- Cinturón de seguridad anticaídas.

5.2.1. CASCO DE SEGURIDAD

Los cascos serán fabricados con materiales incombustibles y resistentes a las grasas, sales y elementos atmosféricos. Además, las partes que se hallen en contacto con la cabeza del usuario no afectarán a la piel y se confeccionarán con material rígido, hidrófugo y de fácil limpieza y desinfección.

El casquete tendrá superficie lisa, con o sin nervaduras, bordes redondeados y carecerá de aristas y resaltes peligrosos tanto exterior como interiormente. No presentará rugosidades, hendiduras, burbujas ni defectos que mermen las características resistentes y protectoras de este.

Todos los cascos que se utilicen por los operarios estarán homologados por las Especificaciones y Ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-1, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 14-12-1974.

5.2.2. CALZADO DE SEGURIDAD

Serán botas de seguridad clase III. Es decir, provistas de puntera metálica de seguridad para protección de los dedos de los pies y suela de seguridad para protección de las plantas de los pies contra pinchazos.

Carecerá de imperfecciones y estará tratada para evitar deterioros por agua o humedad. El forro y demás partes internas no producirán efectos nocivos, permitiendo, en lo posible, la transpiración. Su peso sobrepasará los 800 gramos. Llevará refuerzos amortiguadores de material elástico.

Tanto la puntera como la suela de seguridad deberán formar parte integrante de la bota, no pudiéndose separar sin que ésta quede destruida. Todas las botas de seguridad clase III que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las Especificaciones y Ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-5, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 31-1-1980.

5.2.3. PROTECTOR AUDITIVO

Será como mínimo clase E. Todos los protectores auditivos que se utilicen por los operarios estarán homologados por los Ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-2, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 28-6-1975.

5.2.4. GUANTES DE SEGURIDAD

Serán de uso general anticorte, antipinchazos, y antierosiones para el manejo de materiales, objetos y herramientas. Estarán confeccionados con materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades. Nunca producirán dermatosis.

5.2.5. CINTURÓN DE SEGURIDAD

Serán cinturones de sujeción clase A, tipo 2. Es decir, cinturón de seguridad utilizado por el usuario para sostenerle a un punto de anclaje anulando la posibilidad de caída libre.

Todos los cinturones de seguridad que se utilicen por los operarios estarán homologados por las Especificaciones y Ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-13, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 8-6-1977.

5.2.6. GAFAS DE SEGURIDAD

Serán gafas de montura universal contra impactos, como mínimo clase A, siendo convenientes de clase D. Serán ligeras de peso y de buen acabado, no existiendo, rebabas ni aristas cortantes o punzantes. Podrán limpiarse fácilmente y tolerarán desinfecciones periódicas sin merma de sus prestaciones. Dispondrán de aireación suficiente para evitar en lo posible el empañamiento de los oculares en condiciones normales de uso.

Todas las gafas de seguridad que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las Especificaciones y Ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-16, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 14-6-1978.

5.2.7. MASCARILLA ANTIPOLVO

Deberá estar homologada por las Especificaciones y Ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-7, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 28-7-1975. Cubrirá las entradas a las vías respiratorias, realizando una filtración de tipo mecánico. Los materiales empleados en la construcción de estos elementos podrán ser metálicos, elastómeros o plásticos.

No producirán dermatosis y su olor no podrá ser causa de trastornos en el trabajador. Serán incombustibles o de combustión lenta. La pieza de conexión, parte destinada a acoplar el filtro, en su acoplamiento no presentará fugas.

El cuerpo de la mascarilla ofrecerá un buen ajuste con la cara del usuario y sus uniones con los distintos elementos constitutivos cerrarán herméticamente.

5.2.8. EQUIPO PARA SOLDADOR

El equipo estará compuesto por los elementos que siguen: pantalla de soldador, mandil de cuero, par de manguitos, par de polainas, y par de guantes para soldador.

La pantalla será metálica, siendo capaz de proteger al soldador de chispas, esquirlas, escorias y proyecciones de metal fundido. Estará provista de filtros especiales para la intensidad de las radiaciones a las que ha de hacer frente. El mandil, manguitos, polainas y guantes estarán realizados en cuero o material sintético, incombustible, flexible y resistente a los impactos de partículas metálicas, fundidas o sólidas. Serán cómodos para el usuario y no produzcan dermatosis y por sí mismos nunca supondrán un riesgo.

Todo el equipo estará homologado según las Especificaciones y Ensayos de las Normas Técnicas Reglamentarias MT-3, MT-18 y MT-19, Resoluciones de la Dirección General de Trabajo.

5.2.9. GUANTES AISLANTES

Los guantes aislantes de la electricidad que utilizarán los operarios serán para actuación sobre instalaciones de BT, hasta 1.000V, o para maniobra de instalación de MT hasta 30.000V.

Estarán constituidos de caucho u otro material de características aislantes y mecánicas similares. Los guantes pueden llevar un revestimiento interior de fibras textiles naturales, el cual recubrirá la totalidad de la superficie interior del guante.

No tendrán ninguna imperfección que merme sus propiedades dieléctricas. No producirán dermatosis. Todos los guantes aislantes de la electricidad empleados por los operarios estarán homologados, según las Especificaciones y Ensayos de la Norma Técnica Reglamentaria MT-4, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 28-7-1975.

5.2.10. EXIGENCIAS COMPLEMENTARIAS

5.2.10.1. *Contra golpes mecánicos*

Los EPI deberán poder amortiguar los efectos de un golpe, evitando cualquier aplastamiento o penetración de la parte protegida.

5.2.10.2. Caídas de personas

Los EPI destinados para prevenir las caídas desde alturas, o sus efectos, llevarán un dispositivo de agarre y sostén del cuerpo y un sistema de conexión que pueda unirse a un punto de anclaje seguro.

Asegurarán que la desnivelación del cuerpo sea lo más pequeña posible y que la fuerza de frenado sea tal que no pueda provocar lesiones corporales ni la apertura o rotura de un componente de los EPI que pudiese provocar la caída del usuario. Garantizarán además que tras ser frenado el usuario se estabilice en una postura correcta. El fabricante deberá precisar, en particular, en su folleto informativo, todo dato útil referente a:

- Las características requeridas para el punto de anclaje seguro, así como la "longitud residual mínima" necesaria del elemento de amarre por debajo de la cintura del usuario.
- La manera adecuada de llevar el dispositivo de agarre y sostén del cuerpo y de unir su sistema de conexión al punto de anclaje seguro.

5.2.10.3. Vibraciones mecánicas

Estos EPI deberán amortiguar adecuadamente las vibraciones nocivas para la parte del cuerpo que haya que proteger. El valor eficaz de las aceleraciones que estas vibraciones transmitan al usuario nunca deberá superar los valores límite recomendados en función del tiempo de exposición.

5.2.10.4. Contra agresiones físicas

Estos EPI protegerán el cuerpo se agresiones como rozamientos, pinchazos, cortes o mordeduras, por lo que deberán ofrecer resistencia a la abrasión, a la perforación y al corte, dependiendo de las condiciones normales de uso.

5.2.10.5. Contra los efectos nocivos del ruido

Deberán atenuarlo para que los niveles sonoros equivalentes, percibidos por el usuario, no superen nunca los valores límite de exposición diaria prescritos en las normativas vigentes. Por normativa, deberá estar etiquetado el grado de atenuación acústica y el valor del índice de comodidad que proporciona.

5.2.10.6. Contra el calor y/o el fuego

Deberán disponer de una capacidad de aislamiento térmico y de una resistencia mecánica adecuados a las condiciones normales de uso. Los materiales y demás componentes de EPI que puedan entrar en contacto accidental con una llama y los que entren en la fabricación de equipos de lucha contra el fuego se caracterizarán, además, por tener un grado de inflamabilidad que

corresponda al tipo de riesgos a los que puedan estar sometidos en las condiciones normales de uso. No deberán fundirse por la acción de una llama ni contribuir a propagarla.

5.2.10.7. *Contra el frío*

Deberán tener una capacidad de aislamiento térmico y una resistencia mecánica adaptadas a las condiciones normales de uso para las que se hayan comercializado. Los materiales deberán conservar el grado de flexibilidad adecuado a los gestos que deban realizarse y a las posturas que hayan de adoptarse.

5.2.10.8. *Contra descargas eléctricas*

Tendrán un grado de aislamiento adecuado a los valores de las tensiones a las que el usuario pueda exponerse en las condiciones más desfavorables predecibles. Para ello, los materiales y demás componentes de estos tipos de EPI se elegirán y dispondrán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora en condiciones de prueba en las que se utilicen tensiones similares a las que puedan darse "in situ", sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con el umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica, o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán, al igual que en su cobertura protectora, una marca que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, el número de serie y la fecha de fabricación; los EPI llevarán, además, en la parte externa de la cobertura protectora, un espacio reservado al posterior marcado de la fecha de puesta en servicio y las fechas de las pruebas o controles que haya que llevar a cabo periódicamente.

5.2.10.9. *Contra las radiaciones*

En este apartado se diferenciarán dos tipos de radiaciones:

- No ionizantes: estos EPI deberán absorber o reflejar la mayor parte de la energía radiada en longitudes de onda nocivas, sin alterar excesivamente la transmisión de la parte no nociva del espectro visible, la percepción de los contrastes y la distinción de los colores. Para ello, los protectores oculares estarán diseñados y fabricados para que la radiación nunca supere el valor límite de exposición. Además, no se deteriorarán frente a la exposición a radiación. Cada ejemplar ocular filtrante llevará inscrito por el fabricante el número de grado de protección.
- Ionizantes: estos EPI deberán a proteger todo o parte del cuerpo contra el polvo, gas, líquidos radiactivos o sus mezclas. Impedirán eficazmente la penetración de contaminantes en condiciones normales de uso. Los materiales constitutivos y demás componentes de

estos tipos de EPI se elegirán y dispondrán de tal manera que el nivel de protección del usuario sea tan alto como lo exijan las condiciones normales de uso sin que obstaculicen los gestos, posturas o desplazamientos de este último hasta tal punto que tenga que aumentar el tiempo de exposición. Los EPI llevarán una marca de señalización que indique la índole y el espesor del material o materiales, constitutivos y apropiados en condiciones normales de uso.

5.2.10.10. *Contra sustancias peligrosas y agentes infecciosos*

Los EPI que vayan a proteger las vías respiratorias deberán permitir que el usuario disponga de aire respirable cuando esté expuesto a una atmósfera contaminada y/o cuya concentración de oxígeno sea insuficiente. El grado de estanqueidad de la pieza facial permitirá que, en una atmósfera contaminada, la penetración de los contaminantes sea lo suficientemente débil como para no dañar la salud o la higiene del usuario.

Los EPI cuya misión sea evitar los contactos superficiales de todo o parte del cuerpo con sustancias peligrosas y agentes infecciosos impedirán la penetración o difusión de estas sustancias a través de la cobertura protectora. Deben garantizar una estanqueidad total o limitada, la cual restrinja el tiempo máximo en que el usuario puede llevarlo.

5.3 PROTECCIONES ESPECIALES

5.3.1. CIRCULACIÓN Y ACCESOS EN OBRA

Se respetará el artículo 11A del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97 respecto a vías de circulación y zonas peligrosas. Se diferenciarán los accesos de vehículos de los del personal, en el caso de que se utilicen los mismos, se dejará un pasillo para el paso de personas protegido mediante vallas.

La superficie de paso será regular, compactada y nivelada, sus pendientes no superarán el 11% de desnivel. Las vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 20km/h y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida. Las maniobras de camiones deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

5.3.2. EN MÁQUINAS

Toda la maquinaria utilizada durante la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso involuntario de personas u objetos a dichos mecanismos, para evitar el riesgo de atrapamiento.

5.3.3. CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS

Se diferenciarán los contactos en dos tipos:

- Indirectos: consistirá en la puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial. El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo será igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (Vs), que en locales secos será de 50V y en los locales húmedos de 24V, por la sensibilidad en amperios del diferencial (A).
- Directos: los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor. Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente.

En general se cumplirá con lo estipulado en el REBT.

5.3.4. CAÍDA DE OBJETOS

Se evitará el paso de personas bajo las cargas suspendidas; en todo caso se acotarán las áreas de trabajo bajo las cargas citadas. Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre remolque o volqueta, impidiendo el corrimiento de la carga.

5.3.5. ACOPIOS

5.3.5.1. *Materiales paletizados*

Para evitar los riesgos asociados al manejo de palés, se debe:

- Acopiar los palés sobre superficies niveladas y resistentes.
- No acopiar las zonas de paso.
- En proximidad a lugares de paso se deben señalizar mediante cintas de señalización.
- La altura de las pilas no debe superar la altura que designe el fabricante.
- No acopiar en una misma pila palés con diferentes geometrías y contenidos.

- Si no se termina de consumir el contenido de un palé se flejará nuevamente antes de realizar cualquier manipulación.

5.3.5.2. Áridos

Los áridos sueltos se acopiarán formando montículos limitados por tablonos y/o tableros que impidan su mezcla accidental, así como su dispersión.

5.4 FORMACIÓN DEL PERSONAL

Todo el personal debe recibir una formación de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos entrañan, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, de Normas y Señales y de las medidas de Higiene, se les enseñará la utilización de EPC y el uso y cuidado de EPI. Los operarios serán ampliamente informados de las medidas de seguridad, personales y colectivas que deben establecerse en el tajo a que estén adscritos, así como en los colindantes. Cada vez que un operario cambie de tajo, se reiterará la operación anterior.

El Contratista garantizará, y consecuentemente será responsable de su omisión, que todos los trabajadores y personal que se encuentre en la obra, conoce debidamente todas las normas de seguridad que sean de aplicación.

5.5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

5.5.1. BOTIQUINES.

Se prevé la instalación de un local para botiquín central y varios botiquines de obra para primeros auxilios conteniendo todo el material necesario para llevar a cabo su función.

5.5.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Es muy conveniente disponer en la Obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

5.5.3. RECONOCIMIENTO MÉDICO.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido anualmente. La empresa adjudicataria tomará las oportunas medidas para que ningún operario realice tareas que le puedan resultar lesivas a su estado de salud general o concreto en cada momento.

5.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la Obra pueden venir producidos por la circulación de terceras personas ajenas a la misma una vez iniciados los trabajos.

Los riesgos de daños a terceros, por tanto, pueden ser:

- Caída al mismo nivel.
- Caída de objetos y materiales.
- Atropello.
- Polvo y ruido.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando; y zona de peligro una franja de 5 metros alrededor de la primera. Se impedirá el acceso de personas ajenas a la Obra. Si existiesen antiguos caminos se protegerán instalando vallado. En el resto del límite de la zona de peligro, por medio de cintas de balizamiento reflectante.

Para evitar posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en los accesos a la Obra, en los que se indicará la prohibición del paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso, los cerramientos necesarios. Si algún camino o zona pudiera ser afectado por las Obras, se establecerá el oportuno servicio de interrupción del tránsito, así como las señales de aviso y advertencia que sean precisas.

6. RIESGOS

6.1 RIESGOS LABORALES ELIMINABLES

En este apartado se detallan los riesgos laborales que pueden evitarse y por tanto son eliminables mediante adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

6.2 RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos.

6.2.1. TODA LA OBRA

Riesgos:

- Caídas de operarios (a mismo o distinto nivel)
- Caídas de objetos (sobre operarios o sobre terceros)
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Ambientes pulvígenos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos
- Contagio de enfermedades de transmisión aérea

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de BT
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 -5m) a líneas eléctricas de MT
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado perimetral
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21A -113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información y formación específica
- Grúa parada y en posición veleta

Protecciones individuales

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes anti-ruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección
- Protección biológica

6.2.2. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Riesgos:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados

- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Contaminación interior del edificio

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas

6.2.3. CONSTRUCCIÓN EDIFICIO ELÉCTRICO

Riesgos:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados y/o almacenados
- Caídas de operarios
- Atrapamientos, impactos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, vibraciones
- Electrocutaciones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno
- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra

- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación
- Limitación mínima de altura libre del paso en zonas de circulación para evitar impactos
- Se evacuará y recirculará el aire interior del edificio por riesgo de salubridad
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

Protecciones individuales:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes anti-ruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

6.2.4. MONTAJE DE EQUIPOS

Riesgos

- Vuelco de la grúa.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.

- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de MT.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

6.2.5. PUESTA EN TENSION

Riesgos:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en MT y BT
- Arco eléctrico en MT y BT
- Elementos candentes y quemaduras.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Coordinar con la empresa suministradora, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Apantallar los elementos de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Informar de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y ubicación de los puntos en tensión más cercanos.
- Abrir con corte visible las posibles fuentes de tensión

Protecciones individuales:

- Calzado de seguridad aislante.
- Herramientas de gran poder aislante.

- Guantes eléctricamente aislantes.
- Pantalla que proteja la zona facial.

6.3 TRABAJOS LABORALES ESPECIALES

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Uso de explosivos.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

6.4 MOVIMIENTO DE TIERRAS

6.4.1. ACTUACIONES PREVIAS

Antes de comenzar los trabajos se deberá realizar un estudio detallado de todas aquellas condiciones que puedan afectar a la estabilidad de las tierras. A este respecto, se prestará especial atención a cuestiones tales como proximidad de construcciones y estado de estas, circulación y aparcamiento de vehículos, focos de vibraciones, filtraciones, etc.

Además, se deberá comprobar si existen conducciones de agua, gas o electricidad, se deberán señalizar de manera clara.

6.4.2. ACTUACIONES DURANTE LOS TRABAJOS

Diariamente se vigilará y comprobará cualquier aspecto que incida en las condiciones de estabilidad del terreno, como pueden ser las filtraciones y las variaciones del nivel freático. Si se aprecia cualquier alteración, el responsable de obra adoptará inmediatamente medidas para prevenir derrumbamientos. Esta situación se comunicará a la Dirección Técnica y al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

También se vigilará el estado de los sistemas de prevención y protección, y no se comenzarán los trabajos hasta que no existan garantías de seguridad.

Cuando varias máquinas y vehículos puedan interferirse en sus movimientos, deberán señalizarse de manera clara y precisa los caminos y áreas de actuación de cada una, así como se determinará la prioridad de actuación o paso entre vehículos.

6.4.3. TRABAJOS DE VACIADOS

En zonas susceptibles de desplomes de tierras o de caídas de personas al fondo de la excavación, se dispondrán barandillas resistentes en todo el perímetro. De igual manera, se dispondrán topes de madera o metálicos a una distancia superior a 60 cm de la excavación evitando riesgos similares con máquinas y camiones que deban aproximarse.

Las rampas para acceso de vehículos se adaptarán a las características del solar y a los vehículos a emplear. Los lados abiertos de las rampas se señalizarán claramente, y existirá una separación de, al menos, 60 cm.

Las pendientes de las rampas de acceso de vehículos serán lo más suaves posible, si superan el 10%, será necesaria la autorización del técnico responsable del seguimiento del Plan. La anchura libre mínima de la rampa será de 4 m, y en caso de curvas se ampliará a 5m.

6.4.4. RIESGOS

- Deslizamiento de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por manejo de la maquinaria
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por sobrecarga de los bordes de la excavación.
- Alud de tierras y bolos por alteraciones de la estabilidad rocosa de una ladera.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por no emplear el talud adecuado.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por variación de la humedad del terreno.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por filtraciones acuosas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas por vibraciones cercanas (paso próximo de vehículos y/o líneas férreas, uso de martillos rompedores, etc.)
- Desprendimientos de tierras y/o rocas por alteraciones del terreno, debidos a fuertes variaciones de temperatura.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por soportar cargas próximas al borde de la excavación (torres eléctricas, postes, árboles con raíces al descubierto, etc.)
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por fallo de las entibaciones.

- Desprendimientos de tierras y/o rocas, en excavaciones en bajo nivel freático.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas de personal y/o cosas a distinto nivel (desde el borde de la excavación).
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)
- Problemas de circulación interna (embarramientos) debidos a mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Problemas de circulación debidos a fases iniciales de preparación de la traza. (ejes, carreteras, caminos, etc.).
- Caídas de personal al mismo nivel.
- Interferencias con conducciones enterradas.
- Los riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a producción o a descanso.

6.4.5. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- El frente de excavación realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- Se señalizará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación. (mínimo 2m., como norma general).
- El frente y paramentos verticales de una excavación deben ser inspeccionados siempre al iniciar (o dejar) los trabajos, por el Capataz o Encargado que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio (o cese) de las tareas.

- El saneo (de tierras, o roca) mediante Palanca (o pértiga), se ejecutará sujeto mediante cinturón de seguridad amarrado a un «punto fuerte» (construido expresamente, o del medio natural; árbol, gran roca, etc.).
- Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla de 90 cm. de altura mínima, listón intermedio y rodapié, situada a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud (como norma general).
- El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 m. del borde de coronación de un talud sin proteger, se realizará sujeto con un cinturón de seguridad.
- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad definidas por la Dirección Facultativa.
- Se inspeccionarán por el (Jefe de Obra, Encargado o el Capataz), las entibaciones antes del inicio de cualquier trabajo en la coronación o en la base.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo, debe reforzarse, apuntalarse, etc., la entibación.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorros cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga el riesgo de desprendimientos.
- Redes tensas (o mallazo electrosoldado, según cálculo), situadas sobre los taludes, firmemente recibidas, actuarán como «avisadores» al llamar la atención por embolsamientos (que son inicios de desprendimientos). (Este es un método bastante eficaz si se prevé solapar las redes un mínimo de 2 m.).
- Habrá que entibar los taludes que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:
 - Con pendiente 1H/1V: Terrenos movedizos, desmoronables.
 - Con pendiente 1H/2V: Terrenos blandos pero resistentes.
 - Con pendiente 1H/3V: Terrenos muy compactos.
- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto antes de haber procedido a su saneo, etc.

- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, Encargado o el Vigilante de Seguridad.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los (3 m. para vehículos ligeros y de 4 m. para pesados, etc.)
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante, (escorias, zahorras, etc.).
- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- En caso de que sea necesario recurrir al corte vertical, se desmochará el borde superior en bisel, con pendiente, (1/1, 1/2 o 1/3, según el tipo de terreno), estableciéndose la distancia mínima de seguridad de aproximación al borde, a partir del corte superior del bisel. (En este caso como norma general será de 2 m. más la longitud de la proyección en planta del corte inclinado).
- Se construirán dos accesos a la excavación separados entre sí, una para la circulación de personas y otro para la de la maquinaria y camiones.
- Se construirá una barrera (valla, barandilla, acera, etc.) de acceso de seguridad a la excavación para el uso peatonal (en el caso de no poderse construir accesos separados para máquinas o personas) según lo contenido en los planos.
- Debe acotarse (o se acotará) el entorno y prohibir (o prohíbe) trabajar (o permanecer observando), dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo, entibado, etc.

6.4.6. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad homologado, contra riesgos mecánicos.
- Chalecos reflectantes.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.
- Cinturón de protección lumbar.

6.4.7. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Elementos de señalización y balizamiento según planos.
- Balizas luminosas rotativas en la distinta maquinaria y vehículos.
- Acotamiento de las zonas de acopios.
- Intervención en la maniobra del personal imprescindible, excluido el transportista.

6.5 CARGA Y DESCARGA

Este apartado trata la descarga de elementos auxiliares y de los distintos materiales a emplear en el desarrollo de la obra, además del desplazamiento de las cargas, su apile y almacenamiento. Dicho procedimiento se podrá realizar por medios manuales o automáticos.

6.5.1. RIESGOS

- Atropellos por vehículos de terceros o por la propia maquinaria de la obra.
- Caída de objetos.
- Golpes y/o cortes con objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Choques contra objetos móviles o inmóviles.

6.5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Señalización y balizamiento de la zona de obras.
- Toda la maquinaria y vehículos autopropulsados dispondrán de baliza rotativa luminosa y chivato de marcha atrás.
- No colocarse dentro del radio de acción de la maquinaria y/o vehículo cuando esté en movimiento.
- Iluminación adecuada de la zona de trabajo.
- Botiquín portátil y un extintor en cada zona de obras.
- Utilización de medios automáticos.
- Al manejar manualmente una carga, esto debe hacerse de forma que no se dañe la salud del operario.
- Asegurar la estabilidad de las pilas de material.

- Adecuación de los accesos a los vehículos.
- Correcto mantenimiento del orden y la limpieza en los lugares de trabajo.

6.5.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad homologado, contra riesgos mecánicos.
- Chalecos reflectantes.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.
- Cinturón de protección lumbar.

6.5.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Elementos de señalización y balizamiento según planos.
- Balizas luminosas rotativas en la distinta maquinaria y vehículos.
- Acotamiento de las zonas de acopios.
- Intervención en la maniobra del personal imprescindible, excluido el transportista.

6.6 EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y CIMENTACIONES

Para poder evitar derrumbes, se adoptarán sistemas constructivos, tales como taludes o entibaciones. Además, se tomará la precaución de acopiar el material a una distancia superior a 60 cm de la zanja o pozo.

Si se emplea la entibación, la altura de esta será, al menos 20 cm superior al nivel del borde de excavación, a modo de rodapié. Cuando se ubiquen de manera permanente máquinas, equipos o instalaciones que puedan provocar derrumbamientos, se dispondrá además de un sistema suplementario que refuerce las paredes de la excavación afectada dichos elementos.

Para acceso y salida del fondo de la excavación deberán utilizarse sistemas de escaleras, cuyas condiciones se indican en el correspondiente apartado de este Pliego. Se prohibirá expresamente la utilización de los elementos de la entibación como elementos sustitutorios de las escaleras. Las paredes de la excavación se resanarán de modo que no queden materiales sueltos con riesgo de caída al fondo de esta.

Esta operación se podrá realizar mediante dos procedimientos constructivos:

- Con herramientas manuales o martillo eléctrico o neumático, y posterior carga del material excavado sobre vehículo de escombros para traslado a vertedero.
- Con medios mecánicos y posterior carga del material excavado sobre vehículo de escombros para traslado a vertedero.

6.6.1. RIESGOS

- Atropellos por vehículos de terceros o por la propia maquinaria de la obra.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Vibraciones.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas a mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.

6.6.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Señalización y balizamiento de la zona.
- Guardar 5m de distancia entre cualquier parte de la maquinaria y las líneas aéreas.
- Si se utilizan grupos electrógenos o compresor, estos llevarán toma de tierra e interruptores diferenciales.
- No colocarse dentro del radio de acción de la maquinaria.
- Se dispondrá de un botiquín portátil y de un extintor en cada zona de obra.
- La maquinaria utilizará gatos de estabilización en el desarrollo de los trabajos.

6.6.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad homologado.
- Buzos de color amarillo vivo.
- Chalecos reflectantes.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Gafas antiimpactos para operarios de martillo.
- Protector auditivo si se está utilizando el percutor o el compresor.
- Cinturón antivibratorio para operario de martillo y mixta o mini con percutor incorporado.

6.6.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Elementos de señalización y balizamiento según documento planos.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra en grupo electrógeno y compresor.
- Balizas luminosas rotativas en la distinta maquinaria.

6.7 HORMIGONADO Y CIMENTACIÓN

Los trabajos de cimentación comprenden la realización de las bases de hormigón en masa para columnas y/o báculos y la cimentación de cajas de centro de mando.

6.7.1. RIESGOS

- Atropellos por vehículos de terceros o por la propia maquinaria de la obra.
- Golpes.
- Dermatitis de contacto con el cemento.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Caídas de personas al mismo nivel.

6.7.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Señalización y balizamiento de la zona de obras.
- Las maniobras de aproximación de vehículos al borde de zanjas o pozos se harán con precaución, dirigidos por un auxiliar y colocando topes.
- Se dispondrá de un botiquín portátil y de un extintor en cada zona de obra.
- El grupo electrógeno para el vibrador dispondrá de toma de tierra e interruptor diferencial.
- Cuando se utilicen vibradores o pasteras se cumplirán las medidas preventivas correspondientes.
- La hormigonera dispondrá de interruptor diferencial y todas sus partes móviles irán cubiertas por la correspondiente carcasa.

6.7.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

Todos los operarios llevarán ropa de trabajo de color amarillo vivo, botas de seguridad, guantes de cuero, casco y chaleco reflectantes. Para evitar el contacto con el hormigón se emplearán guantes de goma y botas impermeables al agua y la humedad.

6.7.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Elementos de señalización y balizamiento según documento planos.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra en grupo electrógeno.
- Balizas luminosas rotativas en la distinta maquinaria.

6.8 COLOCACIÓN DE ESTRUCTURAS

En el caso de estructuras, su colocación se realizará utilizando grúas móviles. Se realizará cableado y conexionado de todos los paneles a través de las estructuras, utilizando los medios apropiados para ello.

6.8.1. RIESGOS

- Atropellos por vehículos de terceros o por la propia maquinaria de la obra.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Atrapamientos.
- Cuerpos extraños en ojos.

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.

6.8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Señalización y balizamiento de la zona de obras según documento planos.
- Maquinaria con baliza luminosa rotativa y chivato de marcha atrás, dispondrá además de cabina antivuelco.
- Se dispondrá de un botiquín portátil y de un extintor en cada zona de obra.
- Revisión de los elementos de izado, correcto estado de las eslingas, cables, ganchos y grilletes.
- No situarse bajo la vertical de las cargas.
- Apuntalamiento en cuatro direcciones de los elementos de sustentación hasta el fraguado del hormigón de la cimentación.
- Las grúas móviles o telescópicas empleadas deben utilizar los gatos de estabilización.
- El mecanismo de elevación debe haber pasado la ITV.
- Si se realizan trabajos de soldadura, el grupo electrógeno irá provisto de toma de tierra e interruptor diferencial.
- Las partes móviles de toda maquinaria estarán cubiertas y protegidas.
- Las escaleras de mano se anclarán firmemente al apoyo superior, dispondrán de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1m la altura a salvar.

6.8.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

Utilización de cascos de polietileno, ropa de trabajo de color amarillo vivo, guantes de cuero, botas de seguridad y chaleco reflectante por parte de todos los operarios. Los operarios que trabajen en la cesta del camión grúa deben ir provistos de cinturón de seguridad debidamente anclado.

En trabajos de soldadura u oxicorte el soldador utilizará pantalla protectora, manguitos, guantes y mandil de cuero. En caso de trabajos con la radial, se utilizarán mascarilla antipolvo y gafas antiimpactos, además de ropa de trabajo, guantes de cuero...

6.8.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Elementos de señalización y balizamiento según el documento planos.
- Balizas luminosas rotativas en la distinta maquinaria.
- Las cestas de elevación de operarios deben tener guardacuerpos a 90cm de altura, listón intermedio y rodapié, al igual que las plataformas elevadoras.
- Tomas de tierra e interruptores diferenciales para los grupos electrógenos si se realizan trabajos de soldadura, oxicorte o corte con radial.

6.9 COLOCACIÓN DE PANELES

En el caso de paneles, su colocación se realizará utilizando grúas móviles, grúas telescópicas, camiones volquetes con o sin grúa incorporada, cestas en grúas para la elevación de personas y/o plataformas elevadoras.

En estos elementos, la colocación de toda la aparamenta necesaria para un correcto funcionamiento, se realizará con el apoyo de cestas en grúas para la elevación de personas. Se realizará cableado y conexionado de todos los paneles, utilizando los medios apropiados para ello.

En el caso de avería o deterioro de alguno de estos elementos, se procederá a su sustitución utilizando para ello, los medios que fueran necesarios de los citados anteriormente.

6.9.1. RIESGOS

- Atropellos por vehículos de terceros o por la propia maquinaria de la obra.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Atrapamientos.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.

- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.

6.9.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Señalización y balizamiento de la zona de obras según documento planos.
- Toda la maquinaria y vehículos llevarán baliza luminosa rotativa y chivato de marcha atrás. La maquinaria dispondrá además de cabina antivuelco.
- Guardar 5m de distancia entre cualquier parte de la maquinaria y las líneas eléctricas aéreas.
- Se dispondrá de un botiquín portátil y de un extintor en cada zona de obra.
- Revisión de los elementos de izado, correcto estado de las eslingas, cables, ganchos y grilletes.
- No situarse bajo la vertical de las cargas.
- Las grúas móviles o telescópicas empleadas deben utilizar los gatos de estabilización.
- Además, el mecanismo de elevación debe haber pasado la ITV.
- En caso de realizarse trabajos de soldadura el grupo electrógeno irá provisto de toma de tierra e interruptor diferencial.
- Las partes móviles de toda maquinaria irá cubierta por las correspondientes carcasas.
- Cumplimiento de la normativa vigente sobre escaleras.
- Las escaleras de mano se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotadas de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1m la altura a salvar.
- Las operaciones de montaje de componentes se realizarán en cota cero. Se prohíbe la composición de elementos en altura si ello no es imprescindible.

6.9.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

Utilización de cascos de polietileno, ropa de trabajo de color amarillo vivo, guantes de cuero, botas de seguridad y chaleco reflectante por parte de todos los operarios. Los operarios que trabajen en la cesta del camión grúa deben ir provistos de cinturón de seguridad debidamente anclado.

En caso de realizarse trabajos de soldadura u oxicorte el soldador utilizará pantalla protectora, manguitos, guantes y mandil de cuero.

En caso de trabajos con la radial, se utilizarán mascarilla antipolvo y gafas antiimpactos, además de ropa de trabajo, guantes de cuero...

6.9.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Elementos de señalización y balizamiento según el documento planos.
- Balizas luminosas rotativas en la distinta maquinaria.
- Las cestas de elevación de operarios deben tener guardacuerpos a 90cm de altura, listón intermedio y rodapié, al igual que las plataformas elevadoras.
- Tomas de tierra e interruptores diferenciales para los grupos electrógenos si se realizan trabajos de soldadura, oxicorte o corte con radial.

6.10 MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS

6.10.1. TRANSPORTE DE MATERIALES

Riesgos:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Atrapamiento.
- Confinamiento.
- Condiciones ambientales y señalización.
- Sobrecarga física.

Medidas preventivas:

- Inspección del estado del terreno.
- Utilizar los pasos y las vías existentes.
- Limitar la velocidad de los vehículos.
- Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos).
- Respetar zonas señalizadas y delimitadas.
- Exigir y mantener orden.
- Precaución en transporte de materiales.

Protecciones individuales:

- Guantes de protección.
- Cascos de seguridad.
- Botas de seguridad.

6.10.2. APERTURA DE ZANJAS

Riesgos:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Choques y golpes.
- Proyecciones.
- Explosiones.
- Electrocución.
- Cortes.
- Sobrecarga física.
- Confinamiento y atrapamiento.

Medidas preventivas:

- Conocimiento de las instalaciones mediante planos.
- Notificación a toda persona de la obra de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables.
- Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son:
 - Manuales (picos, palas, etc..)
 - Mecánicas (perforador neumático)
 - Motorizadas (vehículos)
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1 m de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicie el trabajo.

Protecciones individuales:

- Guantes de protección.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas contra impactos.
- Protectores auditivos.

Protecciones colectivas:

- Material de señalización de delimitación (cinta delimitadora, señales...).
- Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

6.10.3. CERCANÍA A INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

Riesgos:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.

- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Choques y golpes.
- Proyecciones.
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Explosiones.
- Incendios.

Medidas preventivas:

- En proximidades de líneas subterráneas:
 - Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).
 - Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.
 - Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.
 - Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).
 - Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos).
- Puestas a tierra en buen estado:
 - Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.
 - Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.
 - Terreno no favorable: descubrir cada nueve años.
- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.

- Notificación de anomalías en las instalaciones siempre que se detecten
- Solicitar el permiso de trabajos con riesgos especiales.

Protecciones individuales:

- Guantes de protección.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.

Protecciones colectivas:

- Circuito de puesta a tierra.
- Protección contra sobrecargas (corto circuitos, fusibles e interruptores automáticos).
- Protección contra sobretensiones (pararrayos).
- Señalización y delimitación.

6.10.4. CANALIZACIÓN DE LA LÍNEA

Riesgos:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Choques y golpes.
- Cortes.
- Sobrecarga física.
- Confinamiento y atrapamiento.

Medidas preventivas:

- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en la vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades.
- Precaución en el manejo de bobinas y los conductores.

- Prevención de explosiones y efecto látigo:
 - Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias.
 - Fijación de los cables mediante abrazaderas.
- En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.

Protecciones individuales:

- Guantes de protección.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas contra impactos.

Protecciones colectivas:

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales...).
- Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

6.10.5. TRABAJOS EN TENSIÓN

Riesgos:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Cortes.
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Electrocutación.

Medidas preventivas:

- En proximidades de líneas subterráneas:
 - Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).
 - Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.

- Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.
- Usar medios de protección adecuados(alfombras y guantes aislantes).
- Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...).
- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
- Notificación de anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
- En la fecha de inicio de trabajos:
 - Suspensión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.
 - Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:
 - Exposición, por parte del Jefe de Trabajo, a los operarios del procedimiento de ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo.
 - Se comprobará que todos los equipos y las herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.

Protecciones individuales:

- Guantes de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Banqueta.

- Alfombra aislante.
- Guantes aislantes.

Protecciones colectivas:

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales...).
- Las propias de los trabajos a realizar.
- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

6.10.6. PUESTA EN SERVICIO

Riesgos:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Cortes.
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Electrocución.

Medidas preventivas:

- Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión.
- En la fecha de inicio de trabajos:
 - Suspensión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del Jefe de Trabajo.
 - Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc..) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:
 - Exposición, por parte del jefe de trabajo, a los operarios del procedimiento de ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo.
 - Se comprobará que todos los equipos y las herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.

- Durante la realización del trabajo:
 - El Jefe de Trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.
 - Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
 - El jefe de trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al jefe de explotación el fin de los mismos.
 - El jefe de explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.

Protecciones individuales:

- Guantes de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Banqueta.
- Alfombra aislante.
- Guantes aislantes.

Protecciones colectivas:

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales...).
- Detectores de ausencia de tensión.
- Equipos de puesta a tierra y en cortocircuito.
- Las propias de los trabajos a realizar.
- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

6.10.7. PUESTA EN SERVICIO EN AUSENCIA DE TENSIÓN

Riesgos:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Cortes.

- Desplomes.
- Carga física.
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Electrocutación.

Medidas preventivas:

- Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión.
- Apertura de los circuitos, a fin de separar todas las posibles fuentes de tensión que pudieran alimentar el cable en el cual se debe trabajar.
- Enclavamiento, en posición de apertura, de los aparatos de corte y colocación de señalización en el mando de los aparatos de corte enclavados.
- Verificación de la ausencia de tensión y puesta a tierra en cortocircuito.
- Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida en los puntos de corte de la instalación en consignación o descargo, o en puntos lo más próximos posibles a éstos.
- Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los que deben colocarse la puesta a tierra y en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.
- Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviese en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.
- Inmediatamente después de la verificación de ausencia de tensión, se procederá a la puesta a tierra y en cortocircuito de dichos puntos. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.
- Determinación de la zona protegida. La persona encargada de la consignación o el descargo mencionará explícitamente en el documento de consignación los límites de la zona protegida de la canalización en consignación o descargo.
- Colocación de pantallas protectoras. Cuando por la proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes desnudas en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas.
- Comprobación de las operaciones de identificación, señalización puesta a tierra y en cortocircuito de los cables afectados.

- Definición de la zona de trabajo.
- Localización e identificación del cable
- Para la utilización de la pértiga sierra-cables o el picacables, es obligatorio la puesta a tierra de dichos elementos.
- Reposición de la tensión después del trabajo. Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:
- En el lugar de trabajo:
 - Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
 - Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiera.
- En el lugar de corte:
 - Retirar el enclavamiento o bloque y/o señalización.
 - Cerrar circuitos.

Protecciones individuales:

- Guantes de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Banqueta.
- Alfombra aislante.
- Guantes aislantes.

Protecciones colectivas:

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales...).
- Detectores de ausencia de tensión.
- Equipos de puesta a tierra y en cortocircuito.
- Las propias de los trabajos a realizar.

7. DELEGADOS DE PREVENCIÓN Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

7.1 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Los delegados de prevención se designan siguiendo esta escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

7.1.1. COMPETENCIAS Y FACULTADES

Son competencia de los Delegados de Prevención:

- Colaborar con la dirección de la Empresa en la mejora de la acción preventiva.
- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre PRL.
- Ser consultados por la Empresa, con carácter previo a su ejecución, acerca de la planificación y la organización del trabajo, la organización y desarrollo de las actividades, la designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia o cualquier otra acción que pueda tener efectos substanciales sobre la Seguridad y la Salud de los trabajadores.
- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de PRL.
- La Empresa deberá proporcionar a los Delegados de Prevención los medios y la formación en materia preventiva que resulten necesarios para el ejercicio de sus funciones.

7.2 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritorio y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la Empresa en materia de prevención de riesgos.

Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todos los centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores. El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo. El Comité adoptará sus propias normas de funcionamiento.

7.2.1. COMPETENCIAS Y FACULTADES

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. A tal efecto, en su seno se debatirán, antes de su puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, los proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección y prevención y proyecto y organización de la formación en materia preventiva.
- 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. En el ejercicio de sus competencias, el CSS estará 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 cuántos documentos e informes 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 en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.
 - Conocer e informar la Memoria y Programación Anual de Prevención.

En las Empresas que no cuenten con Comité de Seguridad y Salud por no alcanzar el número mínimo de trabajadores establecido al efecto, las competencias atribuidas a éste serán ejercidas por los Delegados de Prevención.

8. TRABAJADORES

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995 de PRL, los trabajadores tendrán las obligaciones siguientes en materia de prevención de riesgos:

- 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, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.
- Los trabajadores deberán:
 - Usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y cualquier otro medio con el que se desarrollen su actividad.
 - Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
 - Informar de inmediato a su superior y a los trabajadores asignados para realizar actividades de protección y de prevención sobre cualquier situación que entrañe, riesgo para la Seguridad y Salud de los trabajadores.
 - Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la Seguridad y 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.

9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con este Estudio, la Empresa adjudicataria de las Obras o Contratista principal estará obligado a redactar, antes del comienzo de estas, un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la Obra, las previsiones contenidas en este Estudio, incluyendo la fijación de la presencia de recursos preventivos.

Este Plan se someterá a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra, manteniéndose, después de su aprobación, una copia a su disposición.

De igual manera, existirá un Libro de Incidencias en la Oficina Principal de la Obra, que constará de hojas duplicadas; estando el Coordinador en materia de Seguridad y Salud, o en su defecto la Dirección Facultativa, obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el Libro al Contratista afectado y a los Representantes de los trabajadores de éste.

De acuerdo con el R.D. 1627/1997, indicado anteriormente podrán hacer anotaciones en dicho Libro:

- La Dirección Facultativa.
- Los Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las Empresas que intervengan en la obra.
- Los miembros del Comité de Seguridad y Salud. En su defecto, los Delegados de Prevención.
- Los técnicos de los órganos especializados en materia de Seguridad y Salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Únicamente se podrán hacer anotaciones con fines de seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud. En el Plan de Seguridad, el Constructor se comprometerá explícitamente a cumplir todo lo dispuesto en el Estudio y en dicho Plan de Seguridad.

10. RECURSO PREVENTIVO

De conformidad con el artículo 32 bis de la Ley 31/1995 de PRL, la presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados, en el desarrollo de 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 se realicen las siguientes actividades:
 - Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura.
 - Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento.
 - Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad por ser su fecha de comercialización anterior a la exigencia de tal declaración con carácter obligatorio.
- 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, la presencia se llevará a cabo por una de las cuatro alternativas siguientes:
 - Trabajador designado de la empresa.
 - Miembro del servicio de prevención propio.
 - Miembro del servicio de prevención ajeno.
 - Trabajadores de la empresa que no pertenezcan al servicio de prevención propio, ni estén designados por la empresa, que tengan los conocimientos, la cualificación y la experiencia suficiente en las actividades a desarrollar.

La ubicación en el centro de trabajo de las personas a las que se asigne la presencia deberá permitirles el cumplimiento de sus funciones propias, debiendo tratarse de un emplazamiento seguro que no suponga un factor adicional de riesgo, ni para tales personas ni para los trabajadores de la empresa.

La presencia es una medida preventiva complementaria que 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. Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en la planificación,



así como de la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

11. ORDENACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

11.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS

El conjunto de acciones preventivas tomadas por el empresario deberá dirigirse a:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, para atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos de este en la salud.
- Reducir el nivel de peligrosidad de las diferentes actividades.
- Planificar la prevención.
- Anteponer la protección colectiva a la individual.
- Instruir los trabajadores.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar.

11.2 PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, por lo que incumbe al empresario. Este deberá orientar la mejora de las condiciones de trabajo y disponer de los medios oportunos.

La acción preventiva deberá integrarse en el conjunto de actividades que conllevan la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, a la empresa constructora principal y a las subcontratas. El empresario deberá reflejar documentalmente la planificación y organización de la acción preventiva, dando conocimiento y traslado de dicha documentación, entre otros, al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, con carácter previo al inicio de las obras, para su aprobación.

El empresario, en base a la evaluación inicial de las condiciones de trabajo y a las previsiones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud, planificará la acción preventiva. El empresario deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de seguridad y salud, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

11.3 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

El empresario principal adoptará las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Cuando en la obra desarrollen simultáneamente actividades dos o más empresas, vinculadas o no entre sí contractualmente, tendrán el deber de colaborar en la aplicación de las prescripciones y criterios contenidos en este Pliego, conjunta y separadamente. A tal fin, deberán establecerse entre estas empresas, y bajo la responsabilidad de la principal, los mecanismos necesarios de coordinación en cuanto a la seguridad y salud se refiere.

El empresario deberá comprobar que los subcontratistas o empresas con las que ellos contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. Así pues, en el contrato deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre seguridad y salud en el trabajo. La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

11.4 ORGANIGRAMA FUNCIONAL

11.4.1. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Los servicios de prevención deberán 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:

- Diseñar y aplicar los planes y programas de actuación preventiva.
- Evaluar los riesgos que puedan afectar a la salud e integridad física de los trabajadores.
- Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas.
- Asistir a la información y formación de los trabajadores.
- Asegurar la prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- Vigilar la salud de los trabajadores respecto de los riesgos derivados del trabajo.

Los medios del servicio de prevención deberán ser apropiados para cumplir sus funciones, es decir, este personal deberá ser capaz en cuanto a formación, especialidad, capacitación, dedicación y número. De igual modo, los recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar.

11.4.2. REPRESENTANTES DEL PERSONAL

Los representantes del personal contarán con una especial formación y conocimiento sobre Seguridad y Salud en el Trabajo. Además, el empresario deberá proporcionarles la formación complementaria, en materia preventiva, que sea necesaria para el ejercicio de sus funciones. Dicha formación se reiterará con la periodicidad necesaria.

11.4.3. VIGILANTE Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Siempre que la obra cuente con 50 o más trabajadores, deberá constituirse un Comité de Seguridad y Salud, este se compondrá por los representantes de los trabajadores y por el empresario o sus representantes, en igual número. En las empresas no obligadas a constituir Comité de Seguridad y Salud y que ocupen a 5 o más trabajadores, el empresario designará un vigilante de Seguridad, cuyo nombramiento deberá recaer en la persona más cualificada en materia de Seguridad y Salud.

11.4.4. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El empresario deberá nombrar, entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de seguridad que coordinará la ejecución del PSS. Este será su representante e interlocutor ante el responsable del seguimiento y control del Plan.

Antes de dar comienzo a la obra, el empresario designará al responsable del seguimiento y control del Plan, quien asumirá los cometidos mencionados, así como de las sustituciones provisionales o definitivas de este, caso que se produzcan. La persona asignada para ello deberá estar especializada en prevención de riesgos profesionales y acreditar tal capacitación mediante la experiencia, diplomas o certificaciones pertinentes.

El coordinador de la seguridad deberá ejercer sus funciones de manera permanente y continuada, para lo que le será preciso prestar la dedicación adecuada, debiendo acompañar en sus visitas a la obra al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y recibir de éste las órdenes e instrucciones que procedan, así como ejecutar las acciones preventivas que de las mismas pudieran derivarse.

El resto de los técnicos, mandos intermedios, encargados y capataces adscritos a la obra, tanto de la empresa principal como de las subcontratas, deberán estar dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

Así pues, antes del inicio de la obra, el empresario deberá establecer los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma, dando conocimiento, por escrito, de ello al responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

11.4.5. COORDINACIÓN

Los distintos órganos especializados que coincidan en la obra deberán coordinar entre sí sus actuaciones en materia preventiva. Se pretende conseguir una actuación coordinada de los intervinientes en el proceso que posibilite el desarrollo de sus funciones y competencias en la seguridad y salud del conjunto de la obra.

El empresario o su representante en materia de prevención de riesgos deberán poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud cuantas acciones preventivas hayan de tomarse durante el curso de la obra por los distintos órganos especializados.

El empresario organizará la coordinación y cooperación en materia de seguridad y salud que propicien actuaciones conjuntas sin interferencias, mediante un intercambio constante de información sobre las acciones previstas o en ejecución y cuantas reuniones sean necesarias para contraste de pronunciamientos y puesta en común de las actuaciones a emprender.

11.5 NORMAS GENERALES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

11.5.1. TOMA DE DECISIONES

La toma de decisiones en relación con el Plan de Seguridad y Salud corresponderá únicamente al Coordinador de Seguridad y Salud. Solamente en el caso en que haya que adoptarse medidas urgentes sobre la marcha podrán tomar las decisiones otro trabajador, las cuales podrán ser modificadas con posterioridad si el Coordinador no las estima adecuadas.

En aquellos otros supuestos de riesgos graves e inminentes para la salud de los trabajadores que hagan necesaria la paralización de los trabajos, la decisión deberá tomarse por quien detecte la anomalía referida y esté facultado para ello sin necesidad de contar con la aprobación previa del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, aun cuando haya de darse conocimiento inmediato al mismo, a fin de determinar las acciones posteriores.

11.5.2. EVALUACIÓN CONTINUA

Por parte del empresario principal se llevará a cabo durante la ejecución de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud. Si las condiciones de trabajo cambiasen, se procederá a la revisión por parte del responsable de seguimiento del Plan antes de reiniciar los trabajos.

De igual modo, cuando se planteen modificaciones sustanciales de la obra proyectada inicialmente el empresario deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsibles y proponer las medidas preventivas a modificar, en caso de que hubiera.

11.5.3. CONTROLES PERIÓDICOS

La empresa deberá llevar a cabo controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores o se apreciaran indicios de que las medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el empresario deberá llevar a cabo una investigación al respecto. De igual modo, deberá notificarse a la autoridad laboral en caso de accidente.

Asimismo, el empresario deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que se produzca en la obra, reflejando las características como tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad o duración de la incapacidad. Estos datos se pondrán a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplan la normativa de protección de la salud de los trabajadores y las previsiones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud, en la ejecución de los trabajos que desarrollen en la obra.

11.5.4. ADECUACIÓN Y ADOPCIÓN DE MEDIDAS

En caso de que se apreciase por el empresario que las medidas y acciones preventivas utilizadas son inadecuadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas. Así pues, se propondrá al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud su modificación. Hasta que no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.

Cuando el responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud observe una infracción a la normativa sobre Plan de Seguridad y Salud o la inadecuación a las previsiones reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud, requerirá al empresario la adopción de medidas correctoras, el empresario estará obligado a su ejecución en el plazo que se fije para ello.

11.5.5. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud observase la existencia de riesgo de especial gravedad, podrá paralizar los trabajos afectados o la totalidad de

la obra. Si tras paralizar los trabajos se comprobase que han desaparecido las causas que provocaron el riesgo o se han dispuesto las medidas oportunas para evitarlo, podrá acordarse la reanudación total o parcial de las tareas.

El personal directivo de la empresa, así como los técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra, decidirán si prohibir o paralizar los trabajos en que se advierta peligro inminente de siniestros profesionales, sin necesidad de contar previamente con la aprobación del responsable del seguimiento y control del Plan, si bien habrá de comunicársele inmediatamente dicha decisión.

Por último, los trabajadores podrán paralizar su actividad en el caso de que existiese un riesgo grave e inminente para la salud, tras haber informado al superior jerárquico y no se hubiesen adoptado las necesarias medidas correctivas. Se exceptúan de esa obligación de información si el trabajador no pudiera ponerse en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico. No se podrá pedir a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el riesgo denunciado.

11.5.6. REGISTRO Y COMUNICACIÓN DE DATOS

Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias se relacionarán con el incumplimiento de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud. Dichas anotaciones podrán ser efectuadas por el responsable del seguimiento del Plan, por la Dirección facultativa, por el contratista principal, por los subcontratistas, por técnicos de los Centros Provinciales de Seguridad y Salud, por la Inspección de Trabajo, por miembros del Comité de Seguridad y Salud y por los representantes de los trabajadores.

Tras efectuar una anotación en el libro de incidencias, el empresario deberá remitir, en máximo 24 horas, copias a la Inspección de Trabajo de la provincia, al responsable del seguimiento y control del Plan, al Comité de Seguridad y Salud y al representante de los trabajadores.

Cualquier sugerencia, observación, iniciativa o alternativa que sea formulada por los órganos que resulten legitimados para ello, sobre el Plan de Seguridad y Salud, sobre las medidas de prevención adoptadas o sobre cualquier incidencia, deberá ser comunicada a la mayor brevedad por el empresario al responsable del seguimiento y control del Plan.

De igual modo, los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la Seguridad y Salud deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

Los datos obtenidos como consecuencia de los controles e investigaciones previstos en los apartados anteriores serán objeto de registro y archivo en obra por parte del empresario, y a ellos deberá tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

11.6 REUNIONES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL INTERNO

Las reuniones de seguimiento y control interno tendrán como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de PRL. Gracias a esto, se analizarán y evaluarán las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre PRL. Además, se ayudará a tener una adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados en seguridad y salud de la obra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud, participarán, con voz, pero sin voto, además de sus elementos constitutivos, los responsables técnicos de la seguridad de la empresa, así como los trabajadores de la empresa formados en PRL y los técnicos en prevención ajenos a la empresa, si lo solicita alguna de las representaciones del Comité.

Se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, además de las necesarias por convocatoria urgente. Las reuniones se celebrarán en la propia obra y dentro de la jornada laboral.

Por cada reunión que se celebre se extenderá el acta correspondiente, donde se recogerán los acuerdos adoptados, se enviará una copia al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud para que de conformidad al abono de las partidas correspondientes del Presupuesto.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, el empresario principal deberá promover, 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.

12. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

12.1 ACCIONES FORMATIVAS

12.1.1. NORMAS GENERALES

El empresario tiene la obligación de proporcionar a los una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación. De igual manera, si se producen cambios en las funciones que desempeñe el empleado o se introducen cambios en los equipos de trabajo que sean de riesgo para la salud de este. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

Esta formación se llevará a cabo dentro del horario laboral, si se hiciese fuera de él, se considerará como tiempo de trabajo. La formación inicial se orientará al trabajo específico del empleado, dándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de los EPC adoptados, del uso de los EPI, de sus derechos y obligaciones.

12.1.2. CONTENIDO

A nivel de mandos intermedios, la formación estará principalmente integrada por:

- Plan de Seguridad y Salud de la obra.
- Causas, consecuencias e investigación de los accidentes
- Cumplimentación de partes
- Normativa sobre Seguridad y Salud.
- Factores técnicos y humanos.
- Elección de métodos de trabajo para atenuar los monótonos y repetitivos.
- EPC y EPI.
- Salud laboral.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Organización de la Seguridad y Salud de la obra.
- Responsabilidades.
- Obligaciones y derechos de los trabajadores.

A nivel de operarios, la formación estará principalmente integrada por:

- Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas.
- Causas y consecuencias de los accidentes.
- Normas de señalización, circulación, manipulación de cargas, etc.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Formas de actuación en caso de accidente.
- Salud laboral.
- Obligaciones y derechos.

A nivel de representantes de los trabajadores, la formación estará principalmente integrada por:

- Investigación de los accidentes y partes de accidentes.
- Estadística de la siniestralidad.
- Inspecciones de seguridad.
- Legislación sobre Seguridad y Salud.
- Responsabilidades.
- Coordinación con otros órganos especializados.

12.1.3. ORGANIZACIÓN

Las sesiones de formación serán impartidas por personal acreditado y capacitado en la docencia de Seguridad y Salud. En ellas se utilizarán medios didácticos apropiados, como presentaciones, vídeos, etc.

En el Plan de Seguridad y Salud se establecerá la programación de las acciones formativas, de acuerdo con el Estudio de Seguridad y Salud y según lo establecido en los Convenios Colectivos. Se precisará número, duración de sesiones, períodos de impartición, frecuencia, temática, personal al que van dirigidas, lugar de celebración y horarios.

12.1.4. INSTRUCCIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS

El empresario deberá facilitarle al trabajador las instrucciones relacionadas con los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las medidas preventivas que deban observarse. Se prestará especial dedicación a aquellos trabajadores que estén expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El empresario garantizará que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido también las instrucciones pertinentes. Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios interesados.

Específicamente para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento se hará hincapié en las restricciones de uso y empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos de trabajo. Dichas indicaciones deberán estar en forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.

Sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar, se formará a quienes tengan encomendados dichos cometidos. Además, deberán constar por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal de obra.

Las personas relacionadas con la obra, pero que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el empresario sobre los riesgos a los que se exponen, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización obligatoria de los EPI.

12.2 INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN

El empresario deberá informar a los trabajadores de:

- Los riesgos para la salud que su trabajo pueda entrañar, así como las medidas técnicas de prevención o de emergencia que hayan sido adoptadas. Se prestará especial atención a las medidas cuya ejecución corresponde al propio trabajador y, en particular, las de riesgo grave e inminente.
- La existencia de riesgos graves e inminentes que les pueda afectar, así como las disposiciones adoptadas de su puesto de trabajo. Esta información, cuando proceda, deberá darse lo antes posible.
- El derecho a paralizar su actividad en el caso de que existiese un riesgo grave e inminente para la salud.

Toda la información será suministrada por escrito a los trabajadores o se expondrá en lugares visibles y accesibles a los mismos, dándose conocimiento de ello. El empresario colocará en lugares visibles de la obra rótulos con mensajes preventivos de sensibilización y motivación colectiva. Dichos carteles, estarán proporcionados por los organismos e instituciones competentes en la materia sobre campañas de divulgación.



El empresario deberá publicar mediante cartel indicador, en lugar visible y accesible a todos los trabajadores, la constitución del organigrama funcional de la seguridad y salud de la obra. En dicho cartel se mostrarán los distintos órganos especializados en materia de prevención, junto con su nombre, razón jurídica, categoría, localización y funciones. De igual forma habrá de publicar las variaciones que durante el curso de la obra se produzcan en dichos órganos.

13. ASISTENCIA MÉDICO-SANITARIA

13.1 SERVICIOS ASISTENCIALES

13.1.1. PRESTACIONES GENERALES

El empresario debe asegurar que durante el transcurso de la obra los trabajadores dispongan de servicios asistenciales sanitarios, asistencia médico-preventiva y de urgencia y de conservación y mejora de la salud laboral de los trabajadores. De igual modo, se deberá concertar y organizar las relaciones necesarias con los servicios médicos y preventivos exteriores e interiores para poder prestar dicho servicio. Dichos servicios médicos deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Plan de Seguridad y Salud.

13.1.2. ACCIDENTES

En el Plan de Seguridad y Salud deberá detallarse el centro o los centros asistenciales más próximos a la obra, donde podrán ser atendidos los trabajadores en caso de accidente. Se dispondrá de las indicaciones relativas al nombre, dirección y teléfonos de dichos centros asistenciales, así como las distancias existentes entre éstos y la obra y los itinerarios más adecuados para llegar a ellos.

En caso de accidentes se deberán rellenar los partes correspondientes según las disposiciones vigentes. Posteriormente se facilitará al empresario y al responsable de seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud una copia de dichos partes junto con los datos recabados sobre el accidente. Tras un accidente, el empresario deberá realizar una investigación, para determinar su causa y forma, además de proponer las medidas oportunas para evitar su repetición. Los datos recabados de dicha investigación serán proporcionados al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

13.2 MEDICINA PREVENTIVA

13.2.1. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

El empresario realizará una vigilancia periódica del estado de salud laboral de los trabajadores, mediante los reconocimientos médicos conforme a la normativa vigente. Previamente al inicio de sus actividades, los trabajadores deberán ser informados de la necesidad de efectuar dichos controles.

En el Plan de Seguridad y Salud se detallará la programación de reconocimientos médicos a efectuar durante la obra, se tendrá en consideración el número de trabajadores que concurra en la obra, los servicios médicos donde se llevarán a cabo, la frecuencia, el tipo y finalidad, planteamiento, duración y seguimiento.

13.2.2. BOTIQUÍN DE OBRA

El botiquín dispondrá de los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente o lesión, se encontrará en un lugar bien visible de la obra y convenientemente señalizado. El empresario designará un encargado del botiquín, cuyas funciones incluirán el mantenimiento y reposición del contenido del botiquín, el cual se someterá a una revisión semanal, donde se repondrá lo necesario, dependiendo del consumo y de la caducidad de los medicamentos.

El botiquín se encontrará protegido del exterior, en un lugar fresco y seco. Dispondrá de compartimientos señalizados donde se separarán los medicamentos con diferentes acciones sobre los componentes de cada aparato orgánico o acción terapéutica común.

El uso de jeringuillas y agujas para inyectables desechables sólo podrá llevarse a cabo por personal sanitario facultado para ello. De igual manera, el uso de antibióticos, sulfamidas, antiespasmódicos, tónicos cardíacos, antihemorrágicos, antialérgicos, anestésicos locales y medicamentos para la piel, ojos y aparato digestivo requerirá la consulta, asesoramiento y dictamen previo de un facultativo, debiendo figurar tal advertencia de manera llamativa en los medicamentos.

Los elementos anteriormente mencionados deberán de estar en todo momento en las condiciones adecuadas, prestándose especial vigilancia a la fecha de caducidad. Por último, en el interior del botiquín, figurarán escritas las normas básicas a seguir para primeros auxilios, conducta a seguir ante un accidentado, curas de urgencia, principios de reanimación y formas de actuar ante heridas, hemorragias, fracturas, picaduras, quemaduras, etc.

13.3 PRIMEROS AUXILIOS Y SOCORRISMO

Tras haber realizado previamente un análisis de las posibles situaciones de emergencia y accidentes en la obra, el empresario asegurará el diseño y el establecimiento de las normas sobre primeros auxilios y socorrismo.

Estas medidas estarán encaminadas a realizar el rescate y/o primera cura de los operarios accidentados, con el fin de evitar las complicaciones posteriores y a salvar la vida de estos. Las

instrucciones de realización de los primeros auxilios deberán ser simples, exactas, de fácil comprensión y de aplicación rápida y sencilla.

Deberán recogerse los modos de actuación y las conductas a seguir ante accidentes donde haya aprisionados, pérdidas del conocimiento, asfixia, heridas, hemorragias, quemaduras, electrocuciones, contusiones, fracturas, picaduras y mordeduras. En cada caso se detallará la forma de manejar al herido, los traslados del accidentado, las posiciones convenientes, los principios de reanimación, los métodos de respiración artificial, las primeras curas a realizar, etc. Dichos detalles deberán estar recogidos en el Plan de Seguridad y Salud.

Todos los trabajadores deberán ser adiestrados en técnicas elementales de reanimación para que, en caso de accidente en su área de trabajo, puedan actuar rápida y eficazmente. Asimismo, habrá de ponerse en conocimiento de todo el personal de la obra la situación de los teléfonos de urgencia, del botiquín de obra, de las normas sobre primeros auxilios y de los anuncios indicativos que hayan de exponerse en relación con la localización de servicios médicos, ambulancias y centros asistenciales.

14. MEDIDAS DE EMERGENCIA

14.1 CENTROS MÉDICOS

Deberán colocarse de forma clara y bien visible las direcciones de los centros médicos más cercanos en diferentes emplazamientos de la obra. Se indicará además de su dirección, el número de teléfono, así como otros teléfonos de interés en caso de emergencia o necesidad de información.

El accidentado será atendido, dependiendo de la gravedad del accidente en la misma obra, ya sea mediante los medios disponibles o mediante los médicos desplazados, o en los dichos centros médicos tras el desplazamiento del accidentado.

Los centros médicos más cercanos a la planta tienen los siguientes datos de contacto:

- A 4,1 km: Centro Salud de Alagón

- Dirección: Calle Corona de Aragón, 5
- Localidad: Alagón
- Municipio: Alagón
- Provincia: Zaragoza
- Código Postal: 50630
- Teléfono: 976 61 15 44

- A 30,4 km: Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza

- Dirección: Paseo Isabel la Católica, 1 - 3
- Localidad: Zaragoza
- Municipio: Zaragoza
- Provincia: Zaragoza
- Código Postal: 50009
- Teléfono: 976 76 55 00

- A 28,7 km: Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza

- Dirección: Calle de San Juan Bosco, 15
- Localidad: Zaragoza

- Municipio: Zaragoza
- Provincia: Zaragoza
- Código Postal: 50009
- Teléfono: 976 76 57 00

14.2 VÍAS DE EVACUACIÓN

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder ser evacuados rápidamente y en las condiciones de máxima seguridad. Se determinará el número, distribución y dimensiones de las vías de evacuación y salidas de emergencia en función de: uso, equipos, dimensiones, configuración de las obras, fase de ejecución de las obras y número máximo de personas a evacuar.

Tanto las vías de evacuación como las salidas de emergencia deberán permanecer libre de obstáculos y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. Estarán señalizadas conforme a la normativa vigente. En caso de requerirse iluminación, se equiparán luces de seguridad con suficiente intensidad. En caso de que haya puertas de emergencia, deberán abrirse hacia el exterior y dispondrán de fácil sistema de apertura.

14.3 PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS

En los trabajos con riesgo específico de incendio se cumplirán las prescripciones impuestas por los Reglamentos y normas técnicas. Se deberá prever en obra un número suficiente de dispositivos de lucha contra incendios, cuyas características vendrán dadas por las particularidades de la obra.

14.3.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN

Junto con las normativas aplicables, se adoptarán las prevenciones que se indican a continuación:

14.3.1.1. *Agua*

Si existen conducciones de agua a presión se instalarán suficientes tomas a una distancia conveniente y cercanas a los lugares de trabajo, locales y lugares de paso del personal, colocándose junto a tales tomas las correspondientes mangueras, que tendrán la sección y resistencia adecuadas.

Si se carece de agua a presión, o ésta sea insuficiente, se instalarán depósitos con agua suficiente para combatir los posibles incendios. En incendios que afecten a instalaciones eléctricas con tensión, se prohibirá el empleo de extintores con espuma química, soda ácida o agua.

14.3.1.2. *Extintores portátiles*

En la proximidad de los puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio y colocados en sitio visible y de fácil acceso, se dispondrán extintores portátiles sobre ruedas, de espuma física, de espuma química o polvos secos, según convenga.

Cuando se empleen distintos tipos de extintores serán rotulados con carteles indicadores del lugar y clase de incendio en que deben emplearse. Estos dispositivos serán revisados periódicamente y cargados inmediatamente después de su uso siguiendo las indicaciones de los fabricantes. Dicha operación se realizará por empresas autorizadas.

14.3.1.3. *Prohibiciones*

En las zonas clasificadas como alto riesgo de incendio se prohibirá fumar o introducir elementos de ignición. Esta prohibición se indicará con carteles visibles a la entrada y en los espacios libres de dichas zonas. Se prohibirá al personal introducir o emplear útiles de trabajo no autorizados por la empresa.

15. SERVICIOS DE SALUD Y BIENESTAR

15.1 GENERALIDADES

15.1.1. EMPLAZAMIENTO

Los servicios para higiene y bienestar de los empleados deberán ubicarse en la propia obra, serán para uso exclusivo del personal adscrito a la obra, se instalarán antes del comienzo de los trabajos y deberán permanecer en la obra hasta su total terminación. Se detallarán dichos servicios en función del programa de trabajos, el personal y los dispositivos previstos por la empresa en el Plan de Seguridad y Salud.

Cualquier modificación de las características de dichos servicios que se plantee una vez aprobado el Plan de Seguridad y Salud requerirá la modificación de este, así como su posterior informe y aprobación. Se prohíbe usar los locales de higiene y bienestar para usos distintos a los que están destinados.

15.1.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Todos los locales y servicios de higiene y bienestar serán de construcción segura y firme, sus estructuras deberán poseer estabilidad, estanqueidad y confort apropiados al tipo de utilización, además de estar debidamente protegidas contra incendios.

Las características técnicas que tendrán que reunir los materiales, elementos, aparatos, instalaciones y unidades de obra de dichos locales, así como las condiciones para su aceptación serán las establecidas por las normas básicas y disposiciones de obligado cumplimiento promulgadas por la Administración, las fijadas en los distintos documentos del Estudio de Seguridad y Salud. En todo momento se respetará las estipulaciones del Código Técnico de Edificación.

Para la ejecución de los distintos servicios de higiene y bienestar, se seguirán las mismas medidas de seguridad y salud que las establecidas en este Estudio de Seguridad y Salud. Así pues, se dispondrá de iguales protecciones colectivas e individuales que las fijadas para las mismas.

15.1.3. CONDICIONES HIGIÉNICAS, DE CONFORT Y MANTENIMIENTO

Los suelos, paredes y techos de los diferentes locales serán continuos, lisos e impermeables y acabados en tonos claros de modo que permitan su fácil limpieza, lavado y pintura periódicos. Además, estarán constituidos por materiales que permitan la aplicación de líquidos desinfectantes o antisépticos.

Todos los elementos, aparatos y mobiliario que formen parte de dichos locales se encontrarán en todo momento en perfecto estado de funcionamiento y aptos para su utilización. Del mismo modo, estarán suficientemente iluminados y se respetarán las condiciones de confort, tales como temperatura, humedad y ventilación, según su uso específico. Los cerramientos de estos locales reunirán las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

Estos locales deberán mantenerse siempre en buen estado de aseo y salubridad, por lo que se realizarán limpiezas, reparaciones y reposiciones precisas para su adecuado funcionamiento y conservación. Se realizarán instalaciones de evacuación o eliminación de aguas residuales, ya sea por conductos o por acumulación para su posterior retirada.

Se indicará mediante carteles si el agua corriente es o no potable. No existirán conexiones entre el sistema de abastecimiento de agua potable y el de agua no potable, eliminando cualquier posibilidad de contaminación entre ambas. Se dispondrá de bidones herméticos que reúnan las condiciones higiénicas adecuadas, en los que se verterán las basuras y desperdicios, recogiendo los diariamente para que sean retirados por el servicio municipal.

15.2 LOCALES

15.2.1. VESTUARIOS Y ASEOS

La superficie mínima de los vestuarios y aseos será de 2,00 m² por cada trabajador que haya de utilizarlos y la altura mínima de suelo a techo será de 2,30 m. Los vestuarios serán de fácil acceso y estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave. En caso de que las circunstancias lo exijan, ya sea por el uso de sustancias peligrosas, presencia excesiva de humedad, suciedad, etc., la ropa de trabajo deberá poderse guardar independientemente de la ropa de calle y de los efectos personales.

Los vestuarios o los locales de aseo dispondrán de un lavabo de agua corriente, provisto de jabón, por cada 10 trabajadores o fracción, y de un espejo de dimensiones adecuadas por cada 25 trabajadores o fracción.

Se dotarán de toallas individuales o bien dispondrán de secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel y, en este último caso, recipientes adecuados para depositar las usadas. Se colocarán perchas suficientes para colgar la ropa. A los trabajadores que desarrollen trabajos marcadamente sucios o manipulen sustancias tóxicas se les facilitarán los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso. Se mantendrán cuidadosamente limpios y serán barridos y regados diariamente con agua y productos desinfectantes y antisépticos. Una vez por semana, preferiblemente el sábado, se efectuará limpieza general.

15.2.2. DUCHAS

Se instalará una ducha de agua, fría y caliente, por cada diez trabajadores o fracción, con las dimensiones suficientes. Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimientos individuales, con puertas dotadas de cierre interior. Estarán preferentemente situadas en los cuartos de vestuarios y de aseo o en locales próximos a ellos. Cuando las duchas no comuniquen con cuartos vestuarios y de aseo individuales, se instalarán colgadores para la ropa mientras los trabajadores se duchan. En los trabajos sucios o tóxicos se facilitarán los medios de limpieza y desinfección necesarios.

15.2.3. INODOROS

Existirán inodoros con descarga automática de agua corriente y papel higiénico. Se instalarán con separación por sexos cuando se empleen más de diez trabajadores. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados.

Existirá al menos un inodoro por cada 25 hombres y otro por cada 15 mujeres o fracciones de estas cifras que trabajen la misma jornada. Cuando los retretes comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada.

No tendrán comunicación directa con comedores, cocinas y vestuarios. Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de un metro por 1,20 de superficie y 2,30 metros de altura. Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha. Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.

15.2.4. COMEDORES

Los comedores que instalen las empresas para sus trabajadores estarán ubicados en lugares próximos a los de trabajo, separados de otros locales y de focos insalubres. Los pisos, paredes y



techos serán lisos y susceptibles de fácil limpieza, tendrán una iluminación, ventilación y temperaturas adecuadas, y la altura mínima del techo será de 2,60 metros.

Estarán provistos de mesas, asientos y dotados de vasos, platos y cubiertos para cada trabajador. Dispondrán de agua potable para la limpieza de utensilios y vajilla. Independientemente de estos fregaderos existirán unos aseos próximos a estos locales. Cuando no existan cocinas contiguas se instalarán hornillos o cualquier otro sistema para que los trabajadores puedan calentar su comida.

16. EJECUCIÓN DE LA OBRA

16.1 GENERALIDADES

Será requisito, antes de comenzar cualquier trabajo, que hayan sido previamente dispuestas y verificadas las medidas de seguridad pertinentes, recogidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado. En tal sentido deberán estar:

- Colocados y comprobados los EPC necesarios, por personal cualificado.
- Señalizadas, acotadas y delimitadas las zonas afectadas, en su caso.
- Dotados los trabajadores de los EPI necesarios y de la ropa de trabajo adecuada.
- Debidamente advertidos, formados e instruidos los trabajadores.
- Adoptadas y dispuestas las medidas de seguridad de toda índole que sean precisas.

Una vez dispuestos los EPC, EPI y las medidas de prevención necesarias habrán de comprobarse periódicamente y deberán mantenerse y conservarse adecuadamente durante todo el tiempo que hayan de permanecer en obra. Durante la ejecución de cualquier trabajo se seguirán las siguientes indicaciones:

- Se seguirán en todo momento las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa.
- Se observarán, en relación con la salud y seguridad de los trabajadores, las prescripciones del presente Estudio, las normas contenidas en el Plan de Seguridad y Salud y las órdenes e instrucciones dictadas por el responsable del seguimiento y control de este.
- Se revisarán e inspeccionarán periódicamente las medidas de seguridad y salud adoptadas y se recogerán en el Plan de Seguridad y Salud las frecuencias de inspección.
- Se ordenará suspender los trabajos cuando existan condiciones climatológicas desfavorables.

Una vez finalizados los trabajos, se retirarán del área de trabajo los equipos y medios auxiliares, las herramientas, los materiales sobrantes y los escombros.

Los lugares de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables, teniendo en cuenta:

- El número de trabajadores que los ocupen.
- Las cargas máximas que pueden tener que soportar, así como su distribución y posibles empujes laterales.

- Las influencias exteriores que pudieran afectarles.

En el caso de que los soportes de los lugares de trabajo no posean una estabilidad intrínseca, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros, con el fin de evitar cualquier desplazamiento involuntario del conjunto o parte de este. Su estabilidad y solidez deberán verificarse periódicamente y, en particular, después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del lugar de trabajo.

16.2 PUESTOS DE TRABAJO

El empresario deberá adaptar el trabajo a las condiciones de la persona, en particular atenuando el trabajo monótono y repetitivo, reduciendo así sus efectos en la salud. Los lugares y locales de trabajo deberán tener una superficie y una altura que permita a los trabajadores llevar a cabo su cometido sin riesgos para su salud y seguridad.

Dentro de lo posible, la superficie del puesto de trabajo deberá preverse para que el personal disponga de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades. Si no se pudiera respetar dicho criterio, se habilitará otro espacio libre en las proximidades, donde poder descansar.

Si debido a las características personales del trabajador las condiciones de su puesto habitual pudieran acarrear daños para su salud, el trabajador deberá ser cambiado a un puesto compatible con su estado de salud, estando conforme en todo momento a las reglas de movilidad funcional establecidas en el Estatuto de los Trabajadores.

Los puestos de trabajo deberán estar acondicionados, de modo que los trabajadores:

- Estén protegidos contra las inclemencias del tiempo.
- Estén protegidos contra atrapamientos o caídas de objetos.
- No estén expuestos a factores nocivos, como ruidos, gases, vapores, polvo, neblinas contaminantes, etc.
- Puedan abandonar rápidamente su puesto de trabajo en caso de peligro y puedan recibir auxilio inmediatamente.

Todos los trabajadores que intervengan en la obra dispondrán de la capacitación y cualificación adecuadas a su categoría profesional y a las actividades que hayan de desarrollar. Para la asignación de trabajos extraordinarios se seleccionará los trabajadores según su capacidad física y previa determinación de los límites generales y particulares.

16.3 ZONAS DE ESPECIAL RIESGO

Las zonas de la obra que entrañen riesgos especiales, tales como centros de transformación o subestaciones eléctrica deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan entrar en ellas.

Se deberán tomar las medidas pertinentes para proteger a los trabajadores autorizados a entrar en estas zonas, además, deberán estar claramente señalizadas y deberán delimitarse y señalizarse las áreas de prohibición expresa y condicionada.

16.4 ZONAS DE TRÁNSITO

Las zonas de tránsito y vías de circulación de la obra deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso. Además, se asegurará que los empleados no corran peligro al estar en las proximidades de dichas zonas. Estas zonas se dimensionarán para la una circulación potencial de los usuarios, ya sean personas o vehículos.

Cuando se utilicen medios de transporte se deberán prever unas distancias de seguridad suficientes o medios de protección adecuados para los peatones. Aquellos lugares de la obra por los que deban circular los trabajadores y que por cualquier motivo ofrezcan peligro deberán disponer de pasos o pasarelas de un ancho mínimo de 60 cm. Si estas pasarelas están situadas a más de 2 metros de altura sobre el suelo deberán poseer un piso unido, de barandillas de 90 cm de altura y rodapiés de 20 cm de altura. Los accesos a las pasarelas dispondrán de accesos fáciles, seguros y se mantendrán libres de obstáculos.

Las vías de circulación destinadas a vehículos y máquinas deberán estar situadas a distancia suficiente de las puertas, accesos, pasos de peatones, pasillos y escaleras. Estas vías deberán mantenerse en todo momento libres de obstáculos que puedan ser causa de riesgo para los trabajadores. En caso de haber obstáculos, deberán estar claramente señalizados e iluminados.

16.5 RIESGOS ESPECIALES

16.5.1. TRABAJOS

La manipulación y almacenamiento de sustancias susceptibles de producir polvos, emanaciones, olores, gases o nieblas corrosivas, que especialmente pongan en peligro la salud de los trabajadores, se efectuará en recintos aislados y por el menor número de trabajadores posible, adoptando las debidas precauciones.

En las fugas o escapes de gases producidos por accidentes o roturas se adoptarán las siguientes precauciones:

- Se evacuarán el recinto
- Se aislará el peligro, evitando su propagación.
- Se atacará el peligro por los medios más eficaces.

En los recintos donde se manipulen, almacenen o empleen sustancias que originen riesgos específicos se indicará el peligro potencial con caracteres llamativos y las instrucciones a seguir para evitar accidentes o atenuar sus efectos.

El personal empleado en trabajos con riesgos especiales será previamente instruido por técnicos competentes y deberá demostrar su suficiencia mediante un examen o prueba teórico-práctica. Los trabajadores expuestos a sustancias nocivas deberán estar provistos de ropas de trabajo y EPI adecuados, además de ser informados e instruidos de los riesgos inherentes a su actividad y medios previstos para su defensa.

16.5.2. PRODUCTOS, MATERIALES Y SUSTANCIAS

Deberán recibirse en obra debidamente envasados y etiquetados de forma que identifiquen claramente su contenido y los riesgos que su almacenamiento, manipulación o utilización conlleven.

No se admitirán en obra envases de sustancias peligrosas que no sean los originales y que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre la materia.

16.6 ILUMINACIÓN

Todos los lugares de trabajo o de tránsito tendrán iluminación natural, artificial o mixta apropiada a las operaciones o trabajos que se efectúen. Se preconizará la iluminación natural y se intensificará la iluminación de máquinas, lugares de trabajo y de tránsito cuyo uso genere un riesgo potencial.

Se procurará que la intensidad luminosa en cada zona de trabajo sea uniforme, evitando los reflejos y deslumbramientos al trabajador.

En caso de que la iluminación natural de las zonas de trabajo y de tránsito resulte insuficiente, y esto genere riesgos para los trabajadores, se empleará la iluminación artificial. Se utilizarán, en su caso, puntos de luz portátiles, focos u otros elementos que proporcionen la iluminación requerida para cada trabajo.

Si el trabajo a realizar exige una iluminación artificial intensa, se combinarán la iluminación general con otra complementaria, adaptada a la labor que se efectúe y dispuesta de tal modo que se eviten deslumbramientos. Se evitarán los contrastes fuertes de luz y sombras, se prohíben las fuentes de luz que produzcan oscilaciones en la emisión del flujo luminoso.

La iluminación artificial deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del lugar de trabajo ni presentar ningún peligro de incendio o explosión. Se dispondrá de iluminación de emergencia adecuada a las dimensiones de los locales y número de trabajadores presentes simultáneamente, esta será capaz de mantener al menos durante una hora una intensidad de 5 lux, por lo que se dispondrá de un suministro eléctrico independiente del normal.

16.7 RUIDOS Y VIBRACIONES

Por regla general, se tratará de reducir desde el foco de origen tanto los ruidos como las vibraciones. De este modo, se aminorará su propagación a los lugares de trabajo.

A fin de reducir ambos fenómenos, se realizarán en las máquinas técnicas de equilibrio estático y dinámico. Además, se extremará el cuidado y mantenimiento, muy especialmente los órganos móviles y los dispositivos de transmisión de movimiento. Por último, aquellas máquinas que produzcan ruidos o vibraciones molestas se aislarán adecuadamente.

En el caso de los ruidos agresivos, además de aislar el foco, se deberán adoptar medidas contra reflexión y resonancia. Cabe destacar que, a partir de los 80 dB y si no se logra la disminución del nivel sonoro por otros procedimientos, se emplearán obligatoriamente EPI.

Las máquinas que originen trepidaciones deberán estar provistas de amortiguadores y al trabajador que las utilice se le proveerá de equipo de protección antivibratorio.

16.8 ORDEN Y LIMPIEZA

La obra, y todos los servicios que esta dispone, deberá mantenerse siempre en buen estado de salubridad y salud, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias. Los suelos de las vías de circulación interior y zonas de tránsito, así como los de los locales y lugares de trabajo, deberán estar siempre libres de cualquier elemento que pueda ser causa de riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.

En los lugares susceptibles de producir polvo, la limpieza se efectuará por medios húmedos cuando no sea peligroso, o mediante aspiración en seco. Cuando el trabajo sea continuo se extremarán las precauciones para evitar efectos desagradables o nocivos del polvo y residuos y los entorpecimientos que la misma limpieza pueda causar en el trabajo.

El pavimento no estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasas u otras materias resbaladizas. Los operarios encargados de la limpieza de los locales, lugares de trabajo o de elementos de las instalaciones de la obra, que ofrezcan peligro para su salud al realizarla, serán provistos del equipo protector adecuado. Los aparatos, máquinas e instalaciones deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza por los trabajadores encargados de su manejo.

Como líquidos de limpieza o desengrasado, se emplearán, preferentemente, detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con derivados del petróleo, estará prohibido fumar en las proximidades, lo que se advertirá convenientemente.

16.9 RESIDUOS Y ESCOMBROS

La evacuación o eliminación de residuos se realizará directamente, acumulándose en recipientes adecuados. Se dispondrán lonas, mallas o recipientes adecuados para evitar el derrame durante el transporte de productos y materiales al vertedero.

También se tendrán que eliminar las aguas residuales, cuyas emanaciones pueden resultar peligrosas para los empleados, este procedimiento se realizará por medios que aseguren la salud y seguridad de los trabajadores

Las áreas de desescombrado deberán acotarse de manera bien visible, para que nadie, descuidadamente, pase bajo las mismas. Los escombros, antes de sacarlos, deberán humedecerse ligeramente. Caso de que los lugares por donde deban tirarse los escombros presenten riesgo de caída al vacío de los operarios que realizan la operación, deberán disponerse elementos de protección, tales como barandillas.

16.10 EPI

Los EPI deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitarse suficientemente por EPC o medidas de organización del trabajo. Los equipos deberán ser adecuados, tener en cuenta las condiciones del lugar de trabajo y las circunstancias personales del trabajador.

Previo a su utilización, deberán realizarse las verificaciones oportunas para comprobar su idoneidad, además, deberá llevarse a cabo el mantenimiento periódico del dispositivo. Tanto su uso como su mantenimiento se realizará siguiendo la forma recomendada por los fabricantes y suministradores.

16.11 EQUIPOS DE TRABAJO

El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.

16.12 CONDICIONES DE CONFORT

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las presiones físicas impuestas a los trabajadores, deberá disponerse, en todo momento, de aire sano en cantidad suficiente. En caso de utilizar una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento, evitando el aire viciado, las temperaturas extremas, el exceso de humedad o sequía y los olores desagradables.

La temperatura durante el tiempo de trabajo deberá ser adecuada, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las condiciones del puesto de trabajo. En los lugares de trabajo donde los trabajadores estén expuestos a altas y bajas temperaturas, serán evitadas las variaciones bruscas por el medio más eficaz. Se prohíbe emplear braseros y sistemas de calor por fuego libre, salvo a la intemperie y siempre que no impliquen riesgos de incendio o de explosión.

Todos los trabajadores tendrán que estar debidamente protegidos contra las irradiaciones directas y excesivas de calor, cuando estos trabajen al aire libre, los puestos deberán estar acondicionados, en la medida de lo posible, de tal manera que estén protegidos de las inclemencias del tiempo.

Cuando las condiciones climáticas y meteorológicas sean adversas y ello pueda ser causa de riesgos adicionales para la salud y la seguridad de los trabajadores, habrán de suspenderse, si es preciso, los trabajos afectados, hasta tanto se restablezcan las condiciones normales.

En los trabajos que hayan de realizarse en locales o lugares con extremado frío o calor, se limitará la permanencia de los operarios estableciendo, en su caso, los turnos adecuados o se interrumpirán las actividades si fuese necesario.

16.13 PROTECCIÓN DE HUECOS

16.13.1. VERTICALES

Los lados abiertos de paredes estarán protegidos mediante cualquiera de estos sistemas:

- Barandillas de 90 cm de altura y rodapiés de 15 cm de altura. Se cubrirá el hueco intermedio por otra barra intermedia.
- Mallazos de 90 cm de altura, fijados a elementos resistentes de la obra.
- Tabicados provisionales de 90 cm de altura mínima.

La resistencia de estos dispositivos deberá ser suficiente para resistir una carga de 150 kg/ml.

16.13.2. HORIZONTALES

En aquellas zonas en que existan huecos de forjados y circulación de personas deberá adoptarse cualquiera de las siguientes soluciones alternativas:

- Entablados colocados de manera que no se puedan deslizar y cubran la totalidad del hueco.
- Barandillas constituidas por pasamanos a 90 cm de altura, rodapiés de 15 cm de altura y una barra o listón intermedio que cubra el hueco existente entre ambos. Deberán ser capaces de resistir cargas equivalentes a 150 kg/ml.
- Mallazos con las barras sujetas al forjado desde el momento del hormigonado.

17. LOCALES Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

Se consideran locales complementarios aquellos relativos a oficinas, talleres auxiliares, almacenes u otros análogos que se instalen en la obra.

17.1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Los locales complementarios serán de construcción segura y firme, evitando riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos. Los cimientos, estructuras, pisos y demás elementos de estas construcciones deberán ofrecer la estabilidad y resistencia suficiente para sostener y suspender con seguridad las cargas para las que se calculen.

Se indicarán mediante rótulos o inscripciones las cargas que los locales puedan soportar y queda prohibido sobrecargar dichos locales.

17.2 EMPLAZAMIENTO

La ubicación de los locales deberá quedar reflejada en el Plan de Seguridad y Salud. Aquellos que estén expuestos a incendios se construirán aislados de los restantes lugares y puestos de trabajo. Si la separación entre locales no resulta posible, se aislarán con paredes resistentes e incombustibles.

17.3 SUPERFICIE Y CUBICACIÓN

Los locales y servicios complementarios reunirán las siguientes condiciones mínimas:

- Tres metros de altura de suelo a techo.
- Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador que los ocupe.
- Diez metros cúbicos no ocupados por cada trabajador.

En los locales destinados a oficinas de obra, la altura antes reseñada podrá quedar reducida a 2,50 metros, y siempre que se renueve el aire suficientemente. Para el cálculo de la superficie y volumen no se tendrán en cuenta los espacios ocupados por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales.

17.4 SUELOS, TECHOS Y PAREDES

El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso, de material consistente, no resbaladizo y de fácil limpieza. Estará al mismo nivel y se salvarán las diferencias de altura por rampas de pendiente no superior al 10%.

Las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas o blanqueadas. Los techos deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

17.5 PASILLOS, SEPARACIONES Y ZONAS LIBRES

Los pasillos deberán tener una anchura adecuada al número de personas que hayan de circular por ellos y a las necesidades propias del trabajo. Las dimensiones mínimas de los pasillos serán de 1,20 metros para los principales y de 1,00 metro de ancho para los secundarios. La separación entre máquinas y otros aparatos será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo. Nunca será menor de 0,80 metros, contando esa distancia a partir del punto más saliente del recorrido de los órganos móviles de cada máquina o aparato.

Alrededor de cualquier máquina o aparato que sea un foco radiante de calor, se dejará un espacio libre de no menos de 1,50 metros. El suelo y paredes dentro del área serán de material incombustible. Todo lugar por dónde deban circular o en el que deban permanecer los trabajadores estará convenientemente protegido a una altura mínima de 1,80 metros, cuando las instalaciones a esta o mayor altura puedan ofrecer peligro para el paso o estancia del personal. Cuando exista peligro a menos altura, se prohibirá la circulación por tales lugares o se dispondrán pasos superiores con las debidas garantías de seguridad y solidez.

17.6 MATERIALES INFLAMABLES

Se prohíbe el almacenamiento conjunto de materiales que al reaccionar entre sí puedan originar incendios. Solo podrán almacenarse materiales inflamables en los locales y con los límites cuantitativos señalados por los Reglamentos Técnicos vigentes.

Los productos o materiales inflamables se almacenarán en locales o recintos completamente aislados de otros locales o lugares de trabajo. En los almacenes de materiales inflamables, los pisos serán incombustibles e impermeables.

18. INSTALACIONES PARA SUMINISTROS PROVISIONALES

18.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

18.1.1. 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 responsable del seguimiento del Plan de Seguridad la certificación acreditativa de lo expuesto en el párrafo anterior.

18.1.2. CUADROS ELÉCTRICOS

Se colocarán en lugares sobre los que no exista riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de otros trabajos. Esta protección será extensible tanto al lugar en que se ubique cada cuadro cuanto a la zona de acceso de las personas que deban acercarse al mismo.

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.

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 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.

Todas las partes activas de la instalación estarán aisladas, en el cuadro principal se dispondrán dos interruptores diferenciales, uno para alumbrado, con sensibilidad de 30 mA, y otro para fuerza, con sensibilidad de 300 mA.

El sistema de protección se complementará mediante interruptores magnetotérmicos, que evitarán las posibles sobrecargas de líneas, 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, y además cumplirá con los siguientes grados de protección:

- Contra la penetración de cuerpos sólidos extraños.
- Contra la penetración de líquidos.
- Contra impactos o daños mecánicos.

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 existan 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 cuando 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 mano y colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugar fácilmente accesible, en el mismo punto en que se sitúe el equipo eléctrico de accionamiento, y será fácilmente identificable mediante rótulo indeleble.

18.1.3. PUESTA A TIERRA

Las estructuras de máquinas y equipos y las cubiertas de sus motores cuando trabajen a más de 24 voltios y no posean doble aislamiento, 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:

- Interruptor Diferencial de 30 mA y R_t 800 Ω
- Interruptor Diferencial de 300 mA y R_t 80 Ω .

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 (Cu): 14 mm.
- El diámetro exterior mínimo (Fe): 25 mm.
- La longitud mínima (Cu y Fe): 2 m.

En el caso de placas:

- El espesor mínimo (Cu): 2 mm.
- El espesor mínimo (Fe): 2,5 mm.
- Superficie útil mínima de la placa (Cu y Fe): 0,5 m².

18.1.4. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

En zonas de paso de personas o de vehículos se colocarán enterrados y protegidos por una canalización resistente. Los extremos de los conductores estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión. Si se tienen 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 1 kV de tensión normal, como mínimo, y los utilizados en instalaciones interiores serán de tipo flexible, aislados con elastómeros de 440 voltios, como mínimo, de tensión nominal.

18.1.5. 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, para que en caso de contacto eléctrico no llegue al trabajador toda la tensión de la red.

18.1.6. 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 operario 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 alimentados por un transformador de separación de circuitos.

18.1.7. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Diariamente se efectuará una revisión general de la instalación, se comprobará:

- Funcionamiento de interruptores diferenciales y magnetotérmicos.
- Conexión de cada cuadro y máquina con la red de tierra.
- El grado de humedad de la tierra.
- Estado de la cerradura de cuadro eléctrico.
- Ausencia de partes en tensión al descubierto en los cuadros generales, en los auxiliares y en los de las distintas máquinas.

Cada vez que entre en la obra una máquina de accionamiento eléctrico deberá ser revisada respecto a sus condiciones de seguridad.

18.2 INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

18.2.1. 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.

En caso de no existir agua potable, se dispondrá de un servicio de agua potable. En caso de duda de la potabilidad, se solicitarán los pertinentes ensayos a un laboratorio homologado, prohibiéndose su consumo hasta la confirmación de su condición de apta para el consumo



humano. Si hay conducciones de agua potable y no potable, se extremarán las precauciones para evitar la contaminación.

El Plan de Seguridad y Salud recogerá el número y lugar de su ubicación. En cualquier caso, se tendrá en cuenta que estén separadas de zonas de interferencia con la instalación eléctrica. Asimismo, se colocarán en lugares en los que no haya riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores.

19. EQUIPOS DE TRABAJO

19.1 GENERALIDADES

19.1.1. CONDICIONES PREVIAS

Cualquier aparato o instalación utilizado en la obra será seleccionado de modo que no ocasione riesgos añadidos para la seguridad y salud de los trabajadores y/o para terceros. Los equipos estarán diseñados y contruidos de forma que las personas no estén expuestas a peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se efectúen conforme a las condiciones previstas por el fabricante. Además, deben poder resistir a lo largo del tiempo los esfuerzos a que vayan a estar sometidos, así como cualquier otra influencia externa o interna 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. No podrá utilizarse para operaciones y en condiciones para las cuales no sea adecuado.

19.1.2. 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.

19.1.3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para:

- Prevenir el riesgo de explosión del propio equipo.
- Proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contactos directos e indirectos con la electricidad.
- Evitar la pérdida de estabilidad especialmente durante su funcionamiento normal.

19.1.4. INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES

El empresario está obligado a informar sobre los equipos de trabajo, su empleo, uso y mantenimiento requerido. Dicha información se realizará mediante folletos gráficos y cursos formativos. Toda información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

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.
- Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad.
- Los equipos o partes de ellos de difícil amarre se dotarán de puntos de sujeción de resistencia apropiada.

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, indicando los espacios de maniobra y de zonas peligrosas que puedan afectar a personas como consecuencia de su incidencia.

19.1.5. CONDICIONES PARA SU UTILIZACIÓN

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para los trabajadores, la empresa adoptará las medidas necesarias para evitarlo. Se evitarán riesgos de atrapamiento en los puntos de operación, tales como resguardos fijos, dispositivos apartacuerpos, barra de paro, dispositivos de alimentación automática, etc.

Los equipos provistos de elementos giratorios cuya rotura pueda originar proyecciones se protegerán mediante un sistema que retenga los posibles fragmentos. 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.

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 peligrosas antes del acceso a dichas zonas.

Los dispositivos de protección:

- Deberán ser de construcción sólida.
- No deberán ocasionar riesgos adicionales.
- No deberán ser fáciles de retirar o de inutilizar.

- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar la observación del ciclo de trabajo en exceso.
- Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o la sustitución de los elementos.

Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos que permitan aislarlos de cada una de sus fuentes de energía, solamente se podrán reconectar cuando no exista peligro. El operario que maneje un equipo deberá poder asegurarse, desde su puesto de trabajo, de la ausencia de personas en la zona de operación del 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. 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 no podrá ponerse en marcha al ser restablecida la alimentación de energía. Si se para por la actuación de un sistema de protección, sólo se pondrá en marcha después de restablecer las condiciones de seguridad y accionar el órgano que ordena la puesta en marcha.

19.2 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Si se realiza un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo deben conservarse durante todo el tiempo de utilización en un nivel que satisfaga las condiciones de seguridad y salud. Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación deberán ser realizados por trabajadores específicamente capacitados para ello.

El mantenimiento solo podrá realizarse cuando el equipo se encuentre parado. Si ello no fuera posible, deberán poder adoptarse las medidas de protección pertinentes. 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.

Para cada equipo de trabajo que posea un libro de mantenimiento es necesario que éste se encuentre actualizado. Deberá establecerse un plan de mantenimiento riguroso, diariamente se comprobará el estado de funcionamiento de los órganos de mando y elementos sometidos a esfuerzo.

20. MAQUINARIA

20.1 CONDICIONES GENERALES

Cumplirá con las disposiciones vigentes a fin de obtener un nivel de seguridad suficiente. Toda máquina deberá cumplir en origen las condiciones adecuadas a su trabajo y se exigirá a su fabricante la justificación de su cumplimiento.

Toda máquina irá acompañada de un manual de instrucciones donde figurarán las características técnicas y las condiciones de instalación, uso y mantenimiento, normas de seguridad y aquellas informaciones que sean necesarias para su mayor conocimiento.

De este manual se exigirá una copia cuyo texto literal figure en castellano. 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 sólidamente a la máquina y situada en zona de fácil acceso para su lectura. 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 tras una inspección se observara algún peligro, 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. Los repuestos de la máquina deberán de ser de igual origen o al menos de demostrada y garantizada compatibilidad.

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.

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, dichos sistemas se mantendrán en correcto estado de funcionamiento. Las máquinas dispondrán de dispositivos o protecciones para evitar el riesgo de atrapamiento en el punto de operación.

En la obra existirá un libro de registro donde se anotarán las incidencias de las máquinas, dando especial relevancia los riesgos que sean detectados y a los medios de prevención y protección adoptados para eliminar o minimizar sus consecuencias.

Se señalará y acotará el espacio de influencia de las máquinas en funcionamiento que puedan ocasionar riesgos. El personal de manipulación, mantenimiento, conductores en su caso, y personal de maniobras deberán estar debidamente cualificados para la utilización de la máquina de que se trate.

20.2 TRANSPORTE HORIZONTAL

20.2.1. CARRETILLA MECÁNICA

El asiento y los mandos deberán reunir condiciones ergonómicas para la conducción. Deberá poseer pórtico de seguridad, con resistencia tanto a la deformación como a la compresión. Todos los órganos de dirección y frenado estarán en buenas condiciones de uso.

El maquinista del vehículo deberá poseer el permiso de conducir clase B2. Quedará totalmente prohibida la conducción sin previa autorización de la empresa. Para la conducción, el maquinista hará uso de botas con suelas antideslizantes, guantes de cuero, casco de seguridad no metálico clase N, con barbuquejo, y cinturón antivibratorio.

Es obligatorio en la conducción de la carretilla no exceder la velocidad de 20 km/h, tanto en el interior como en el exterior de la obra. Cualquier anomalía observada en el manejo de la carretilla se pondrá en conocimiento de la persona responsable, para que sea corregida a la mayor brevedad posible, y si representa un riesgo grave de accidente se suspenderá su servicio hasta que sea reparada.

Cuando se observe una actitud peligrosa del maquinista, este será sustituido de inmediato. Se prohíbe que viajen otras personas sobre la máquina, si no está autorizado para ello. La carretilla no circulará por rampas de pendiente superior al 20% en terrenos húmedos y al 30% en secos. Estas subidas se realizarán marcha atrás.

Para realizar el vertido de materiales, se colocarán previamente topes que impidan el vuelco de la máquina sobre la excavación. Queda prohibido sobrecargar el cubilote de la carretilla. De igual modo, antes de iniciar la marcha se revisará que la carga está equilibrada. Esta carga no podrá tener colmo que anule una óptima visión para el conductor.

El abandono siempre se hará a máquina parada y enclavada. Si se pretende que la máquina circule por la vía pública, esta deberá disponer de los pertinentes permisos y se respetará en todo momento el Código de Circulación.

Al terminar el trabajo, el vehículo será limpiado de materias adheridas con agua. Las revisiones y reparaciones de la máquina serán realizadas por personal especializado. Las máquinas serán engrasadas, observados sus niveles y mantenido en buenas condiciones de uso su sistema de arranque y frenado.

Se aconseja que se refleje en un libro de mantenimiento las incidencias observadas en su conducción, mantenimiento, reparaciones y comportamiento de las pruebas realizadas una vez reparado.

20.2.2. CAMIÓN DE TRANSPORTE

Deberán estar en perfectas condiciones de uso. Las cargas se repartirán sobre la caja con suavidad, evitando descargas bruscas y desde altura considerable que desnivele la horizontalidad de la carga y esfuere más unas zonas que otras del camión. Se evitará realizar una carga con colmo. Se procurará que las cargas dispuestas a vertedero vayan húmedas, al objeto de evitar la formación de polvaredas.

Será necesario cubrir mediante malla fina las cargas de materiales sueltos durante su transporte exterior de obra, para evitar derrames y riesgos derivados de los materiales caídos. En ningún caso el conductor del vehículo abandonará éste con el motor en marcha o sin inmovilizar debidamente.

20.2.3. CAMIÓN HORMIGONERA

El llenado de la cuba deberá ser aquél que no derrame material en operaciones simples, tales como el traslado en superficies de medias irregularidades y el frenado normal. Este vehículo no superará pendientes superiores al 20%. Se utilizarán tablones o chapas de palastro para salvar irregularidades o zonas blandas del terreno de paso. Los operarios que manejen la canaleta en la operación de vertido desde el exterior de una excavación evitarán, en lo posible, estar situados a una distancia de su borde inferior a 60 cm.

Queda expresamente prohibido estacionar los vehículos-hormigonera a una distancia menor de 2 metros del borde de una excavación en profundidad, sin ningún medio de protección. En caso de ser necesaria una aproximación mayor será necesaria la entibación de la zona afectada.

20.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

20.3.1. GENERALIDADES

Todas aquellas máquinas destinadas al movimiento de tierras deberán estar equipadas con:

- Señalización acústica automática de marcha atrás.
- Faros para desplazamientos de marcha hacia delante o hacia atrás.
- Cabina o pórtico de seguridad.
- Retrovisores a ambos lados.
- Extintor portátil de 6 kg. de polvo seco.
- Un elemento que permita al maquinista quitarse el barro del calzado.

No se permitirá el acceso, cuando una máquina esté trabajando, a la zona integrada en su radio de acción. Ante la presencia de líneas eléctricas se impedirá el acceso de la máquina a puntos de riesgo de contacto eléctrico, limitándose, si la línea es aérea, su paso inferior mediante pórticos de seguridad con altura de galibo permitida.

No se abandonará la máquina por el conductor sin estar en función de parada, inmovilizada y con sus equipos de trabajo en reposo sobre el suelo. No se permitirá el transporte de personas, además del conductor, sobre estas máquinas. No se realizarán replanteos simultáneos con el trabajo de estas máquinas en zonas de influencia de estas.

20.3.2. EXCAVADORA

La circulación y maniobras deben ser lentas y coordinadas. Se utilizarán los equipos de trabajo adecuados a la tipología del terreno y a la operación a realizar.

Para la escarificación se utilizarán Ripper de tres dientes en terrenos blandos y poco estratificados. Para terrenos duros o poco estratificados es necesario el empleo de Ripper de un diente. La dirección del ripado debe ser idéntica a la que presenten los estratos del material.

Será necesario atacar con el Ripper bajo el ángulo adecuado, así como favorecer la penetración aprovechando las pequeñas pendientes. Las zonas se mantendrán lo suficientemente húmedas para evitar polvareda. Se ordenará al maquinista que haga uso del cinturón abdominal antivibratorio.

20.3.3. PALA CARGADORA

Antes de empezar a utilizarse, deberá realizarse una inspección de la zona de trabajo, para conocer si existen servidumbres o servicios que puedan ser afectados. Esta máquina se empleará solamente para la operación de carga, no para la de excavación.

Para un correcto funcionamiento, deberán comprobarse las tensiones de la cadena o la presión de los neumáticos cada cierto tiempo. Cuando se trabaje en zonas peligrosas, el conductor será conocedor de ellas; no obstante, deberá hacerse uso de la señalización adecuada de advertencia. La zona de trabajo se mantendrá con la humedad necesaria para evitar polvareda. Se prohíbe que el personal se suba en la cuchara de la pala para alcanzar un punto de trabajo. El maquinista deberá hacer uso de cinturón abdominal antivibratorio.

20.3.4. RETROEXCAVADORA

Se deberá utilizar retroexcavadora sobre orugas en terrenos blandos y trayectos cortos y sobre neumáticos en terrenos duros y con desplazamientos. Se emplearán tanto para cargar como para excavar. Cuando vaya a realizar trabajos estáticos, se fijará la máquina mediante estabilizadores, los cuales la nivelarán.

Se hará retroceder la máquina cuando la cuchara comience a excavar por debajo de la superficie de apoyo, al objeto de evitar su cabeceo y vuelco. No trabajará sobre pendientes superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos. Al cargar sobre camión, la cuchara de la retro no pasará nunca por encima de la cabina.

20.3.5. MOTONIVELADORA

Nunca se empleará como excavadora, debido a los accidentes que pueden surgir y al gran deterioro que puede sufrir la máquina. No superará pendientes superiores al 40%. El maquinista deberá hacer uso de cinturón abdominal antivibratorio.

20.3.6. HINCADORA

El sistema de hincado de postes metálicos reduce los elevados costes y plazos que se generan con cimentaciones de hormigón, además, se elimina el impacto ambiental causado por el hormigón enterrado.

Dependiendo el volumen de la máquina se pueden rondar hasta 400 perforaciones por turno de trabajo de 8 horas, por lo que se aconseja trabajar a doble turno. Los rendimientos de los trabajos en roca son superiores en un rango de un 25% que, en trabajos en suelo mixto, debido a la limpieza del agujero.

20.3.7. MOTOTRAILLA

Se destina a la extracción de terreno de capas superficiales, al acopio de material y al vertido posterior. Deben de utilizarse mototraillas que dispongan del marcado CE de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.

Se recomienda que esté dotada de avisador luminoso y de señal acústica en marcha atrás. Su conductor deberá de tener los permisos y la formación correspondiente. En operaciones en zonas próximas a cables eléctricos es necesario comprobar la tensión de dicho cableado para establecer la distancia de seguridad apropiada.

20.3.8. CARRETILLA RÍGIDA

Destinado como medio de transporte de material a vertedero o zona de acopio interna del propio parque. A parte de la carretilla rígida, éste podría ser articulado o un camión volquete. No sobrepasará los 10 km/h y deberá tener una estructura antivuelco verificada. Se evitará en la manera de lo posible las grandes pendientes o zonas con gran desnivel. Su circulación tendrá lugar por viales amplios. La suspensión de la carretilla deberá estar en regla y con condiciones que no perjudiquen el material transportado ni provoquen su desprendimiento.

20.4 CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

20.4.1. HORMIGONERA

El comando de arrancada y parada se situará en una posición de fácil localización, y lejos de cualquier órgano móvil que pueda producir atrapamiento. Estará protegido contra el agua y el polvo.

Los órganos de transmisión estarán protegidos, cubiertos por carcasas. Si la hormigonera es auto cargable, las guías de elevación de la cuba de llenado serán protegidas lateralmente, mediante bandas de malla que hagan inaccesible el contacto con los órganos rodantes que se deslizan por las guías.

Las hormigoneras no se situarán a menos de tres metros del borde de excavación, para evitar su posible caída al fondo. Se establecerá un entablado de 2 x 2 m para superficie de apoyo del operario. Estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar los sobreesfuerzos y movimientos descontrolados. Para las hormigoneras con motor alimentado por combustible líquido, se tendrá en cuenta su inflamabilidad, con prohibición de fumar en su cercanía. Cuando sean de alimentación eléctrica, deberán cumplir con las medidas de seguridad contra contactos eléctricos.

Para su manipulación los trabajadores deberán estar autorizados e instruidos en su uso y ser conocedores de los riesgos de su funcionamiento, carga y limpieza. Nunca deberá accederse al interior de la cuba con ésta en marcha. La vestimenta del personal a cargo de la hormiguera será la adecuada y carecerá de elementos sueltos que puedan ser atrapados. Dicho personal usará guantes de PVC y botas impermeables que les aislen de la humedad y del contacto con los materiales agresivos.

Al terminar el trabajo se limpiará de las materias adheridas con agua. Todas las operaciones de mantenimiento, reparación o limpieza se realizarán a máquina parada y desconectada.

20.4.2. VIBRADOR

Dispondrán de una protección de aislamiento eléctrico de grado 5. El cable de alimentación estará protegido y dispuesto de modo que no presente riesgo al paso de personas.

Su manipulación se realizará desde una posición estable, sobre una base resistente. Si el trabajo se desarrolla en zonas con riesgo de caída, se dispondrá de los EPC y EPI necesarios. El operario que maneje el vibrador hará uso de botas aislantes de goma, de caña alta y suelas antideslizantes. Nunca se deberá acceder a los órganos de origen eléctrico de alimentación con las manos mojadas o húmedas.

Terminado el trabajo se limpiará el vibrador de las materias adheridas, previamente desconectado de la red.

20.5 OFICIOS VARIOS

20.5.1. SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO

20.5.1.1. Generalidades

Todos los componentes deberán estar en buenas condiciones de uso y mantenimiento. Antes empezar a soldar es necesario inspeccionar el lugar y prever la caída de chispas que puedan dar lugar a incendio, a fin de evitarlo de forma eficaz.

20.5.1.2. Grupo transformador

La alimentación de los grupos de soldadura se hará a través de cuadro de distribución, cuyas condiciones estarán adecuadas a lo exigido por la normativa vigente. Los bornes para conexiones de los aparatos deben ser diferentes para que no exista confusión al colocar los cables de cada uno de ellos y estar convenientemente cubiertos por cubre bornes para hacerlos inaccesibles, incluso a contactos accidentales.

En el circuito de alimentación debe existir un borne para la toma de tierra a la carcasa y a las partes que normalmente no están bajo tensión. El cable de soldadura debe encerrar un conductor a la clavija de puesta a tierra de la toma de corriente. La tensión de utilización no será superior a 50 V y la tensión en vacío no superará los 90 V para DC y los 150 V para AC.

20.5.1.3. Cables de alimentación

Deben ser de sección y calidad adecuada para no sufrir sobrecalentamiento. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal no inferior a 1 kV. Los empalmes se realizarán de forma que se garantice la continuidad y aislamiento del cable. Nunca deberán dejarse partes activas de los cables al descubierto. Los cables deberán mantener al máximo su flexibilidad de origen. Los que presenten rigidez serán sustituidos.

20.5.1.4. Pinzas portaelectrodos

La superficie exterior del portaelectrodo y de su mandíbula estará aislada. La pinza deberá corresponder al tipo de electrodo para evitar sobrecalentamientos. Debe sujetar fuertemente los electrodos sin exigir un esfuerzo continuo al soldador. Serán lo más ligeras posible y de fácil manejo. Su fijación con el cable debe establecer un buen contacto.

20.5.1.5. Electrodo

Deberán ser los adecuados al tipo de trabajo y prestaciones que se deseen alcanzar de la soldadura.

20.5.1.6. Manipulación

Es obligatorio para el operario que realice trabajos de soldadura el uso correcto de los EPI homologados en su caso. Antes del inicio de los trabajos se revisará el conexionado en bornes, las pinzas portaelectrodos, la continuidad y el aislamiento de mangueras.

Queda prohibido el cambio de electrodo a mano desnuda, con guantes húmedos y, sobre suelo, conductor mojado. No se introducirá el portaelectrodo caliente en agua para su enfriamiento. El electrodo no deberá contactar con la piel ni con la ropa húmeda que cubra el cuerpo del trabajador.

Los trabajos de soldadura no deberán ser realizados a una distancia menor de 1,50 m de materiales combustibles y de 6,00 m de productos inflamables. No se deberán utilizar, como apoyo de piezas a soldar, recipientes, bidones, latas y otros envases, que hayan contenido pinturas o líquidos inflamables.

No se soldará con las conexiones, cables, pinzas y masas flojas o en malas condiciones. No se deberá mover el grupo o cambiar de intensidad sin haber sido desconectado previamente. Para realizar el picado de soldadura se utilizarán gafas de seguridad contra impactos. Las escorias y

chispas de soldadura y picado no deberán caer sobre personas o materiales que puedan verse dañados.

20.5.2. SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y CORTE

20.5.2.1. Generalidades

Todos los componentes del equipo estarán en perfectas condiciones de uso y mantenimiento. Antes de iniciar el trabajo de soldadura se asegurará que no existen condiciones de riesgo de incendio ni de explosión.

20.5.2.2. Botellas

Las botellas de acetileno y oxígeno deberán utilizarse siempre en posición vertical o ligeramente inclinadas, y dispuestas sobre carro portador. En su manipulación no se dejarán caer ni se expondrán a choques violentos y no deberán servir de rodillos o soporte. No se situarán expuestas a temperaturas extremas, tanto de frío como de calor.

Las botellas de oxígeno no se manipularán con manos o guantes grasientos y no se empleará grasa o aceite en los accesorios que puedan entrar en contacto con el oxígeno. La llave de apertura y cierre de botella deberá estar protegida por un capuchón metálico roscado. Esta caperuza no se deberá quitar más que en el momento de utilizar el gas, debiéndose colocar nuevamente después de agotado el contenido, para su posterior manipulación y transporte.

Para el distintivo de su contenido, la ojiva de la botella va pintada en blanco para el oxígeno y en marrón para el acetileno. Para detectar fugas de los gases deberá utilizarse siempre agua jabonosa, nunca la llama.

Si en invierno llegara a helarse la salida de las botellas, nunca se utilizará la llama para calentarla, sino que se realizará mediante agua o trapos calientes. Las botellas de acetileno se mantendrán en posición vertical, al menos 12 horas, antes de utilizar su contenido. La cantidad máxima de acetileno que debe extraerse de una botella es de 800 a 1.000 litros por hora.

Cuando se haya de cortar el suministro de las botellas del equipo, se hará primero el corte del oxígeno y después el del acetileno. Nunca se admitirá una botella de acetileno con presión superior a 15 kg/cm². Cuando se termine una botella se indicará con tiza la palabra "vacía" y se colocará la caperuza de protección. Si una botella sufre un golpe o caída y seguidamente ha de utilizarse, existe el riesgo de explosión, lo cual requiere la verificación previa antes de su uso.

Queda prohibido el fumar durante el manejo de botellas. Para realizar soldadura o corte en un depósito que haya contenido combustible se actuará de igual modo al indicado en el apartado de soldadura eléctrica por arco.

20.5.2.3. *Manorreductores*

Se utilizarán en la botella de oxígeno y en la de acetileno, con el fin de garantizar un aporte de gas uniforme al soplete a la presión adecuada. Estará equipado con un manómetro de alta presión (contenido) y otro de baja presión (trabajo).

Para comprobar su funcionamiento o repararlo, siempre se hará por personal especializado. Si tiene fuga, representa un grave riesgo y debe ser de inmediato reparado. Si el escape es continuo, lo detectará el manómetro de baja presión. Deberá, entonces, cerrarse la válvula de la botella y proceder a desmontar para la reparación.

20.5.2.4. *Mangueras y conexiones*

Los gases llegan al soplete por conductos de caucho, con color distintivo, rojo para el acetileno y azul para el oxígeno. Las conexiones de mangueras llevan la indicación OXY para el oxígeno y ACET para el acetileno.

20.5.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

Cada herramienta se utilizará solo para su proyectada finalidad. Los trabajos se realizarán en posición estable. Toda herramienta mecánica manual de accionamiento eléctrico dispondrá como protección al contacto eléctrico indirecto del sistema de doble aislamiento, cuyo nivel de protección se comprobará siempre después de cualquier anomalía conocida en su mantenimiento y después de cualquier reparación que haya podido afectarle.

Bajo ningún concepto las protecciones de origen de las herramientas mecánicas o manuales deberán ser quitadas o eliminados sus efectos de protección en el trabajo.

Todas las herramientas mecánicas manuales serán revisadas periódicamente. El conexionado eléctrico se hará a base de enchufe mediante clavija, nunca directamente con el cableado al desnudo. Cuando se utilicen mangueras alargaderas para el conexionado eléctrico se hará, en primer lugar, la conexión de la clavija del cable de la herramienta al enchufe hembra de la alargadera y, posteriormente, la clavija de la alargadera a la base de enchufe en el cuadro de alimentación. Nunca deberá hacerse a la inversa.

21. HERRAMIENTAS MANUALES

Construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.

La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los propios componentes. Los mangos serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario.

Las partes cortantes y punzantes se mantendrán debidamente afiladas. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas. Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes. Para evitar caídas, cortes a riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados. Para el transporte de las herramientas se utilizarán cajas o fundas adecuadas.

Los trabajadores recibirán instrucciones precisas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar, a fin de prevenir accidentes.

22. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

1.-PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	592,20 €
2.-PROTECCIONES COLECTIVAS.....	1.813,55 €
3.-EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	294,05 €
4.-PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA	408,33 €
5.-INST. HIGIENE Y BIENESTAR	1.471,36 €
6.-MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	572,71 €
7.-FORMACIÓN Y REUNIONES INFORMATIVAS	1.568,80 €
 TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	 6.721,00 €

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto a la expresada cantidad de SEIS MIL SETECIENTOS VEINTIUN EUROS (6.721,00 €).

Zaragoza, Abril de 2024

El Ingeniero Industrial

Fdo: Pablo Puértolas Rodríguez




Nº colegiado 2.593

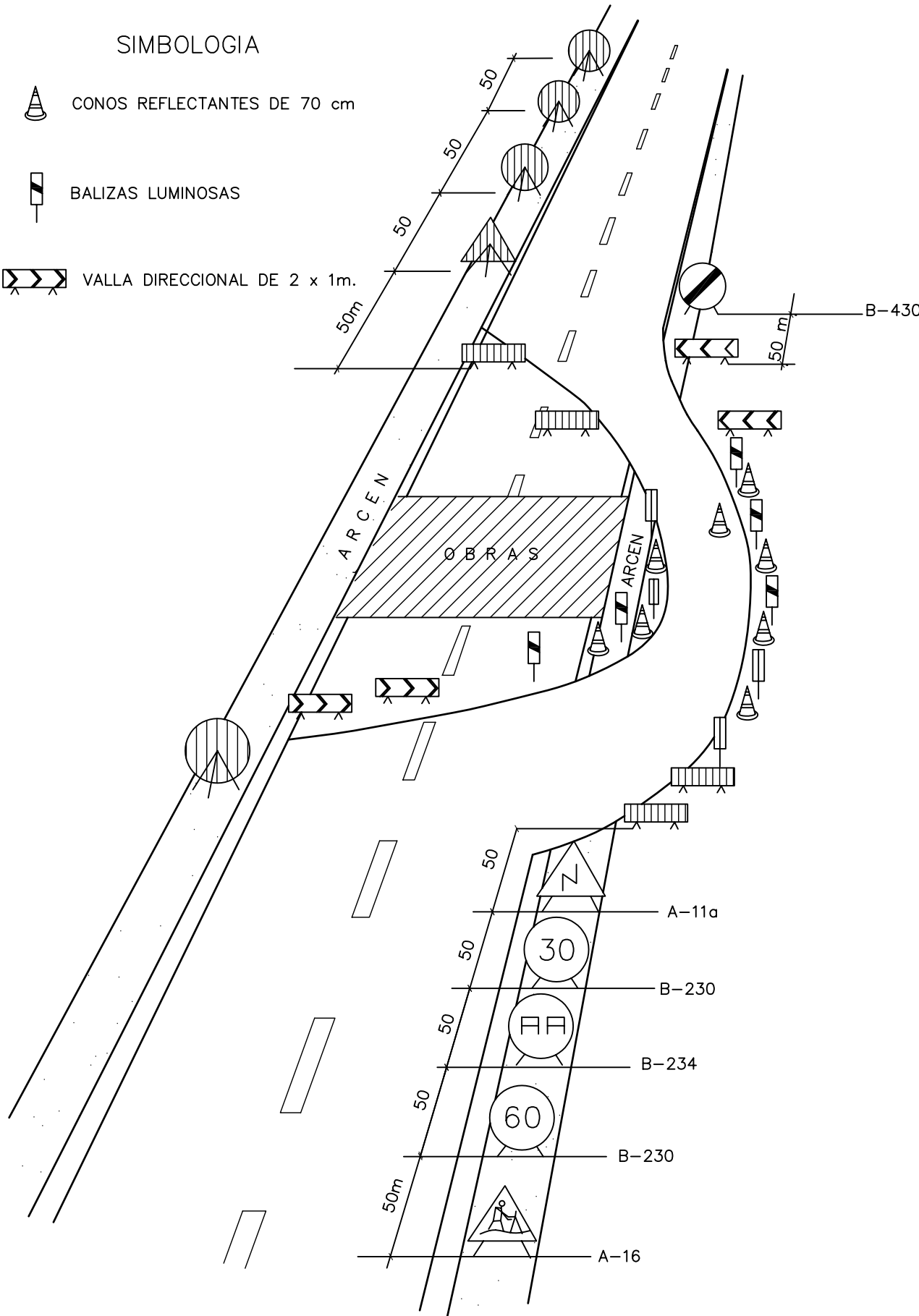
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

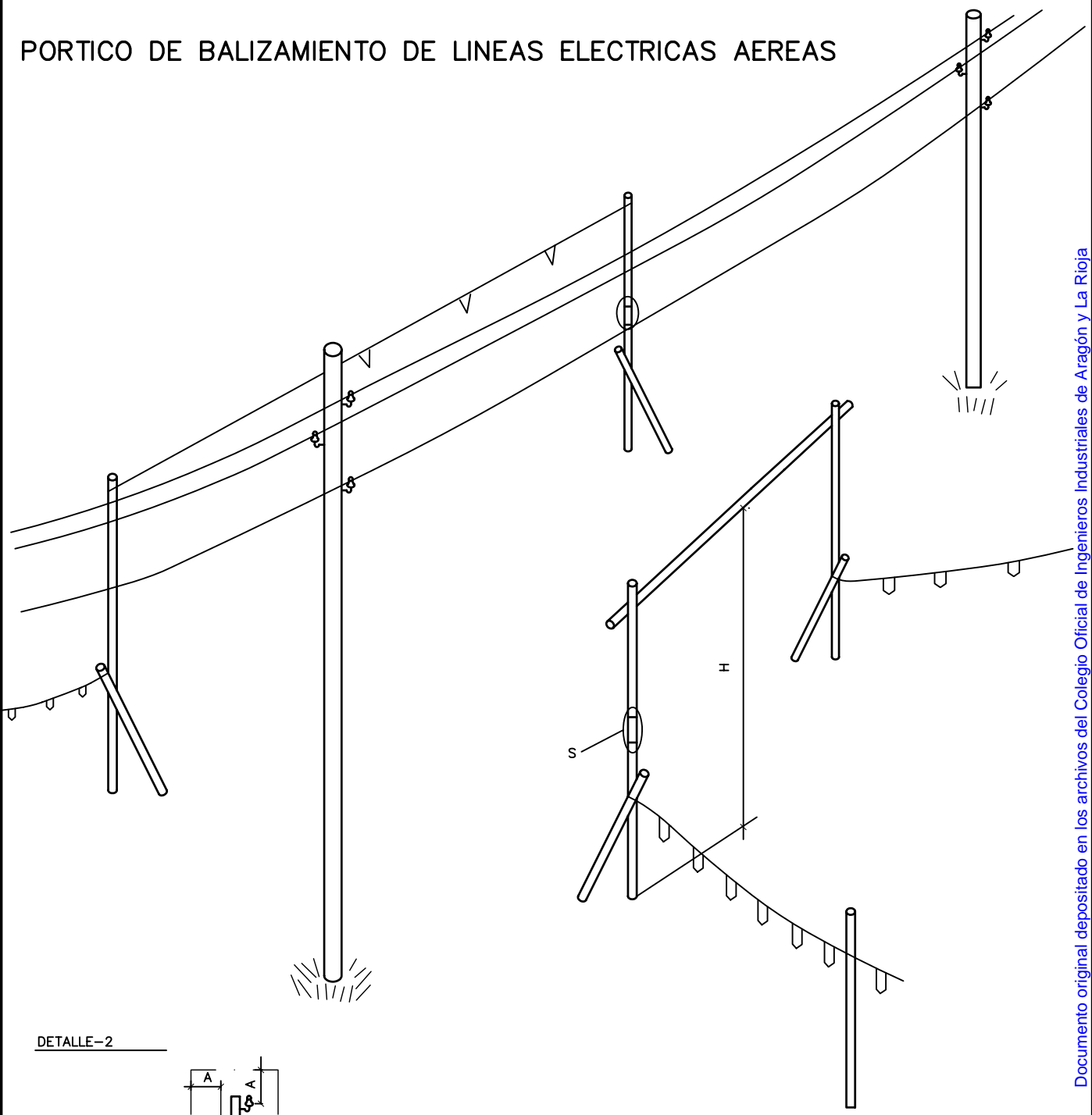
BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVIO

SIMBOLOGIA

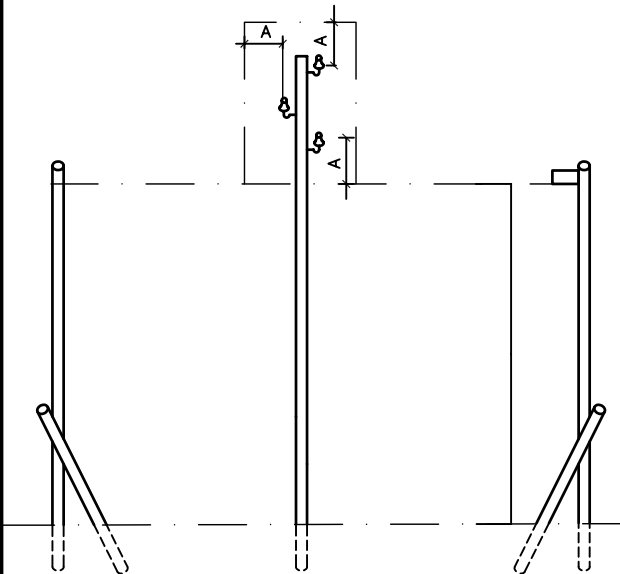
-  CONOS REFLECTANTES DE 70 cm
-  BALIZAS LUMINOSAS
-  VALLA DIRECCIONAL DE 2 x 1m.



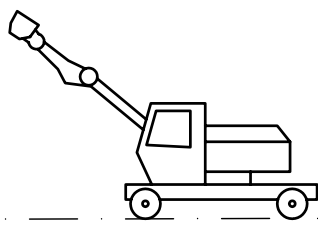
PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS



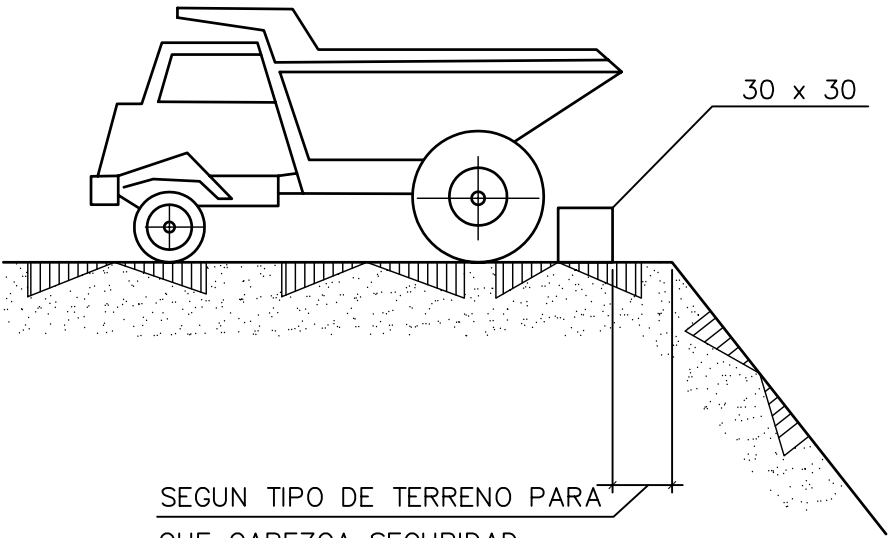
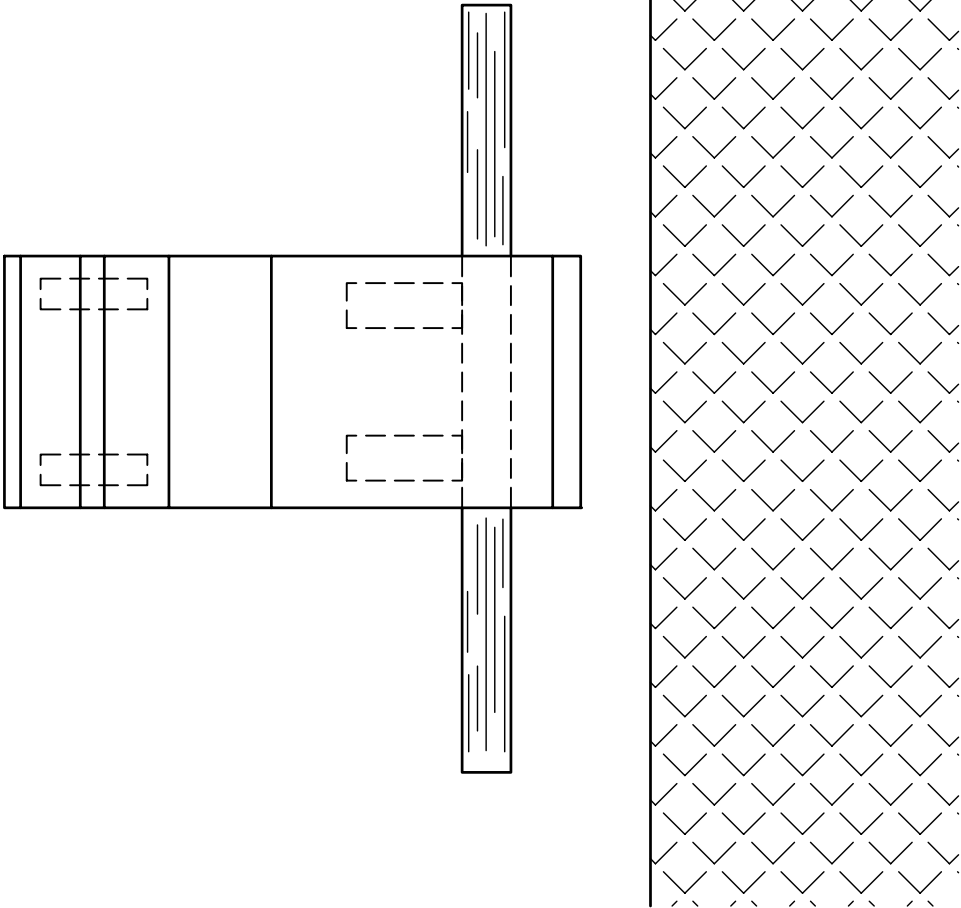
DETALLE-2



H=PASO LIBRE
S=SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

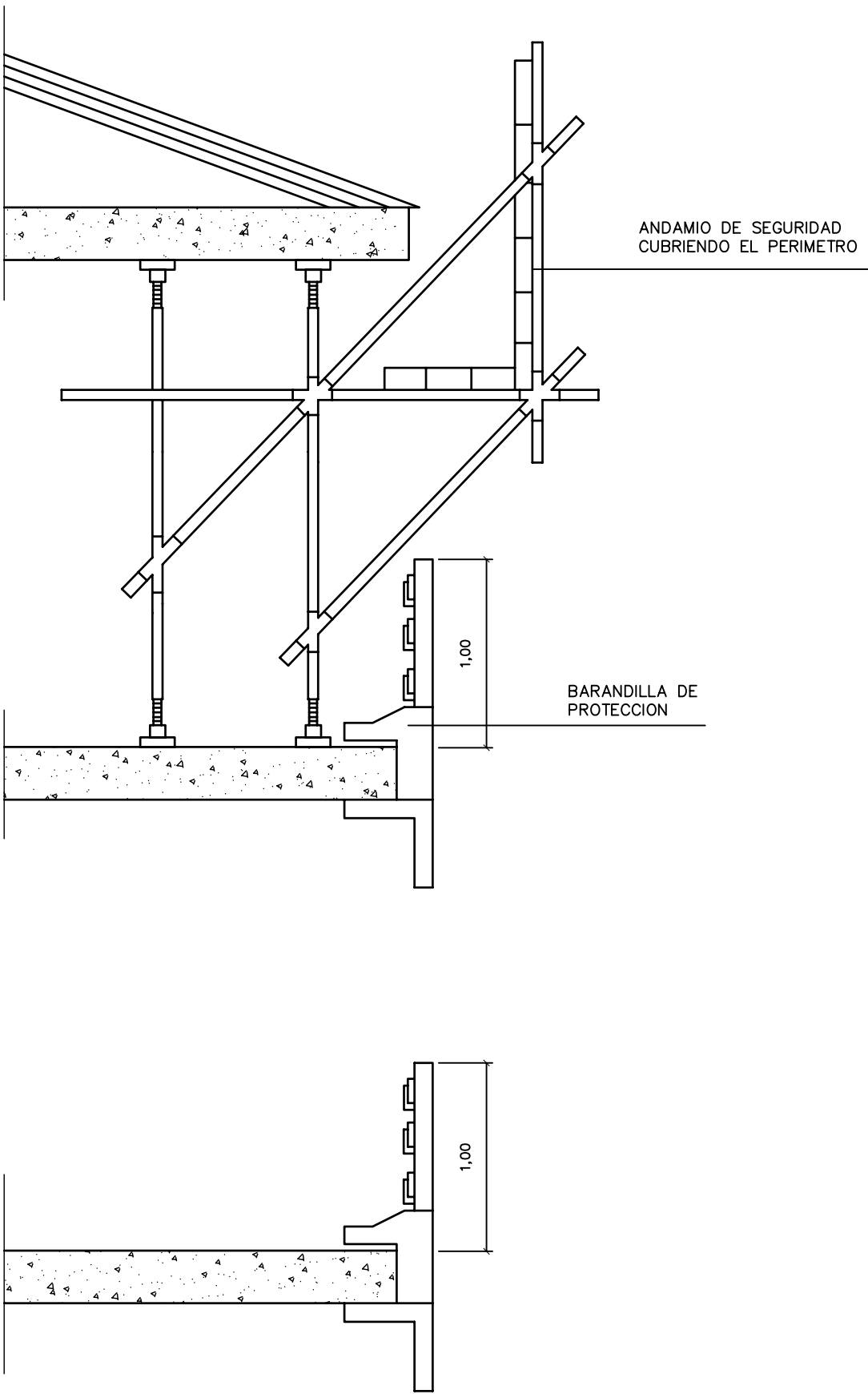


TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



SEGUN TIPO DE TERRENO PARA
QUE CAREZCA SEGURIDAD

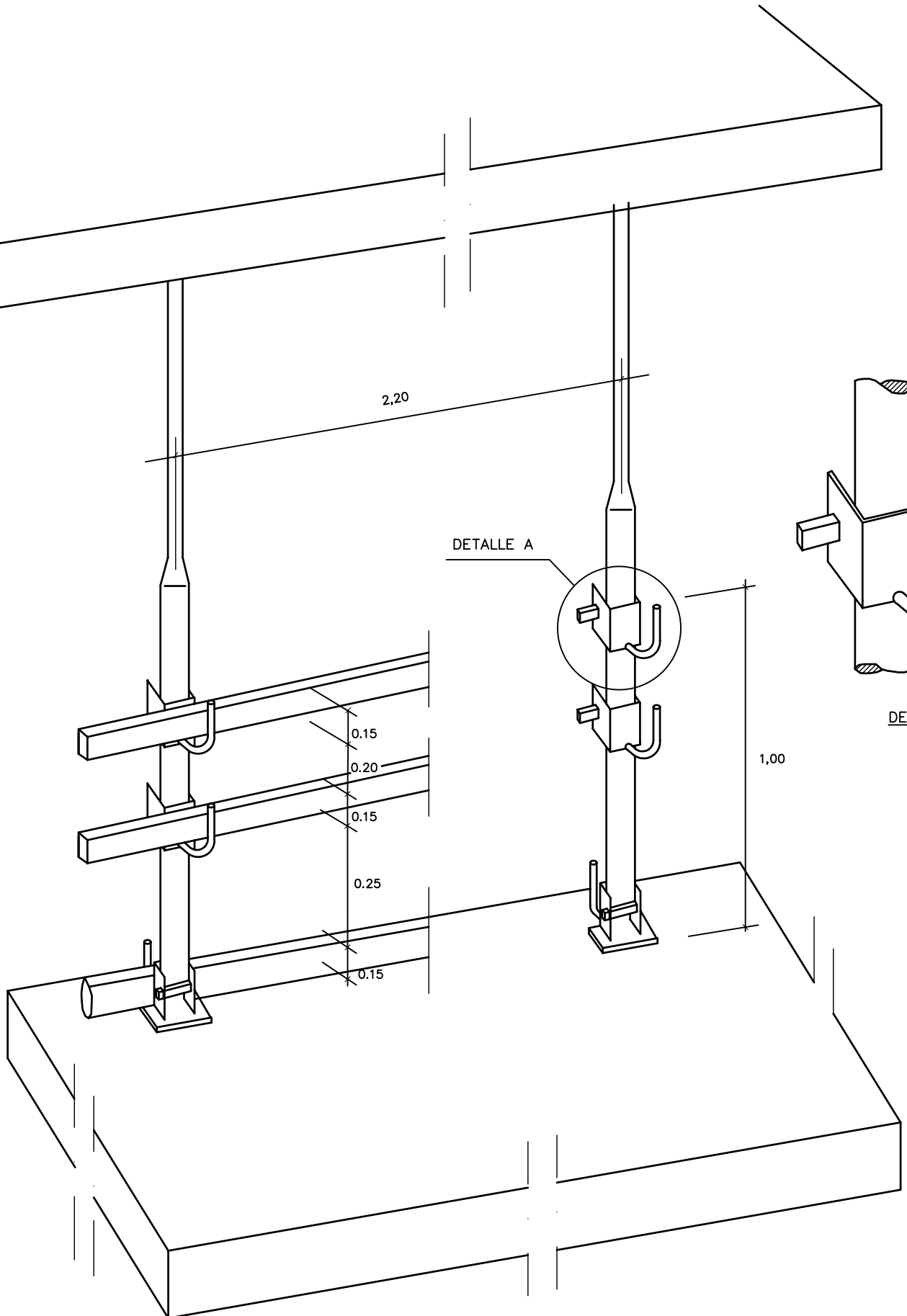
PLATAFORMA EN BORDE DE CUBIERTA



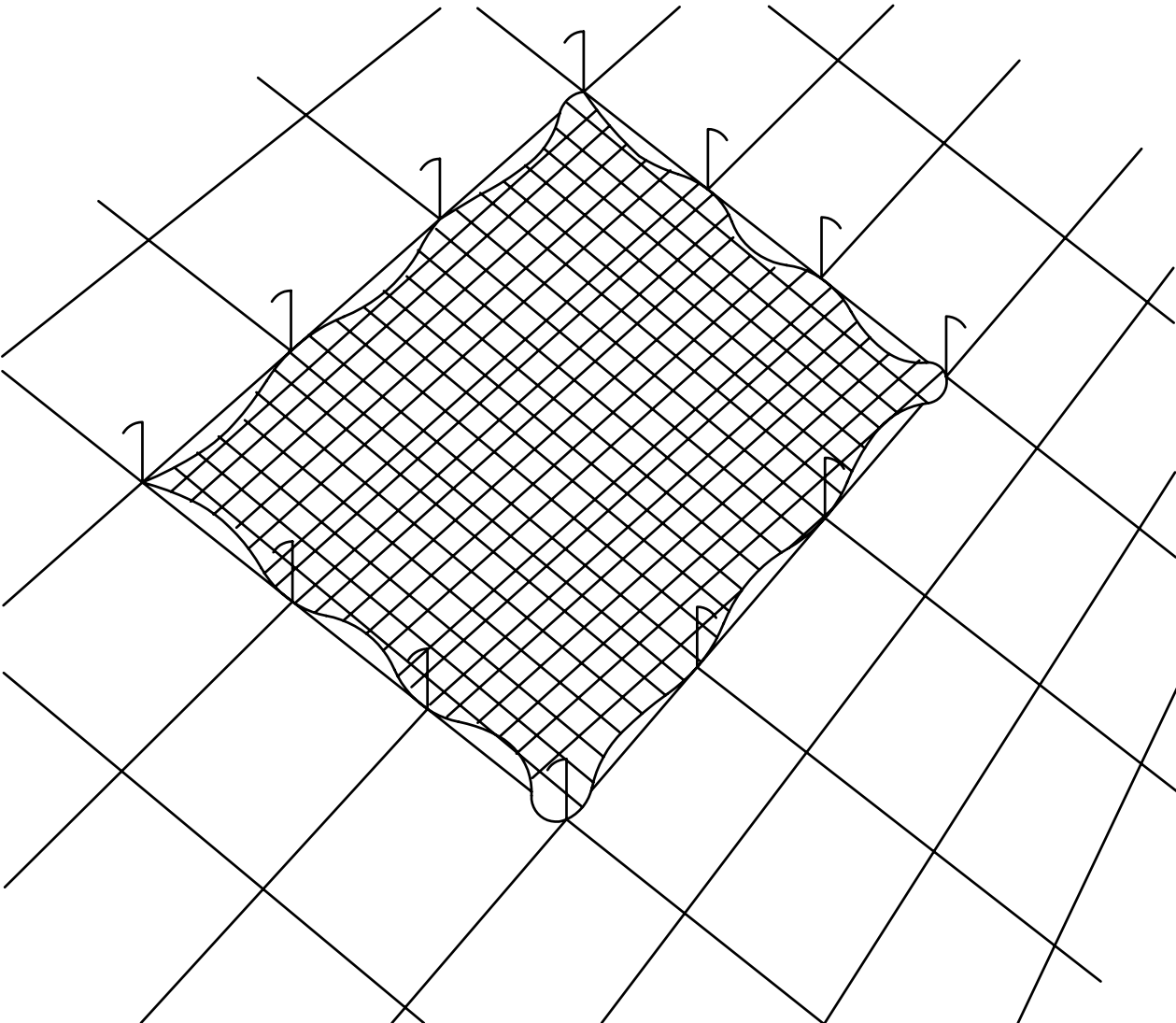
PLANOS

HOJA Nº

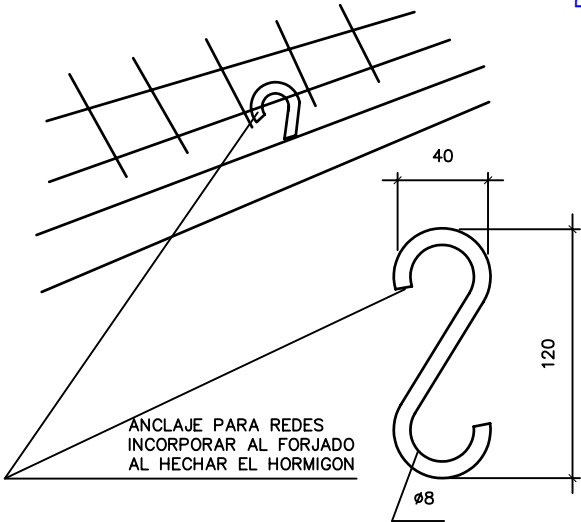
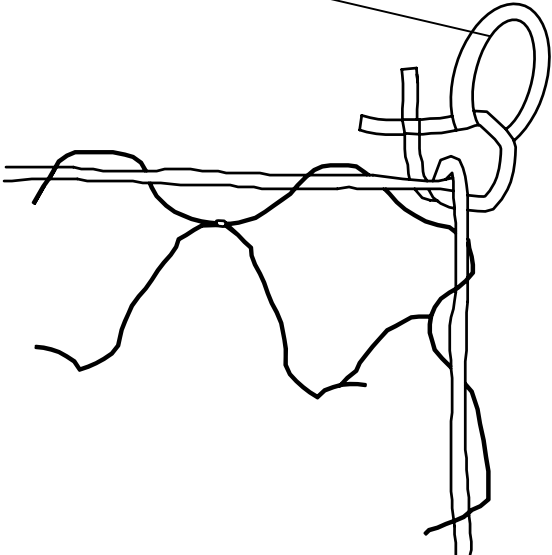
SOPORTES PARA BARANDILLAS ACOPLABLES A PUNTALES



PROTECCION HUECOS HORIZONTALES CON RED

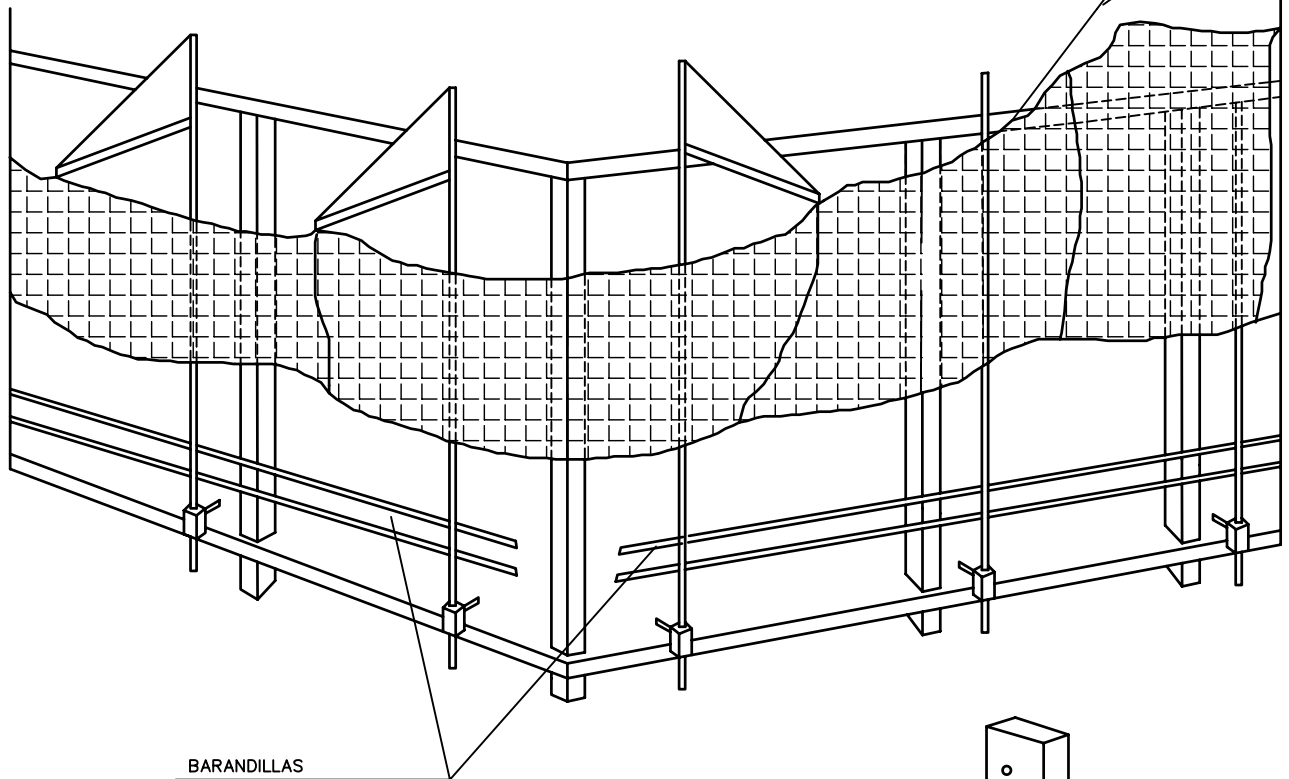


GUARDA – CABOS
ENGANCHE DE RED

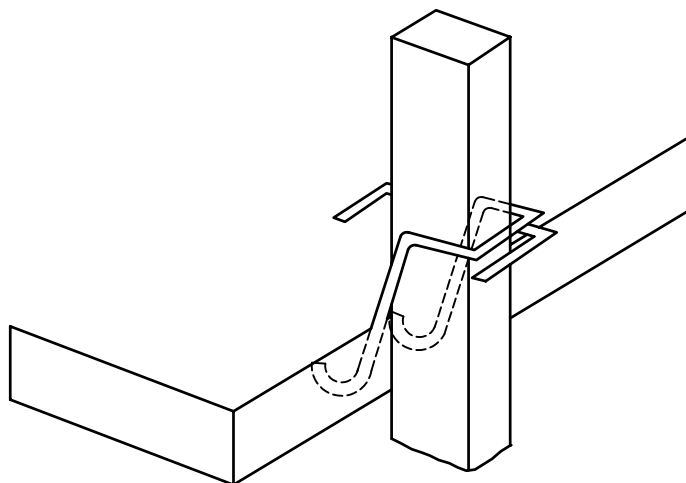


REDES PERIMETRALES CON SOPORTE METÁLICO

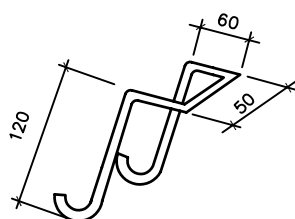
VARIABLE



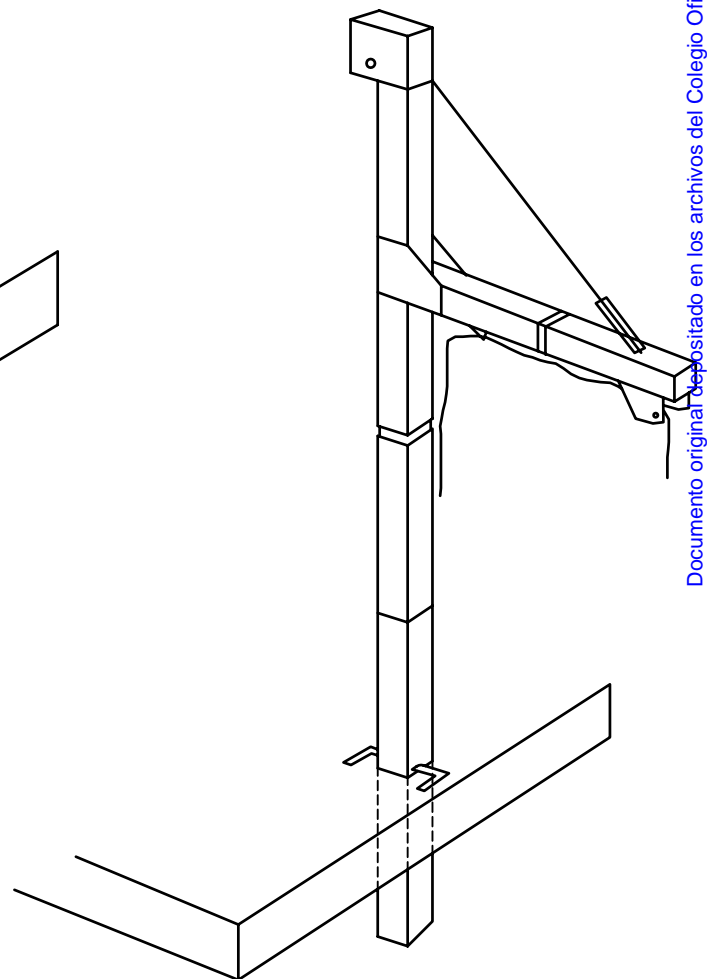
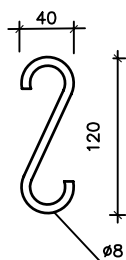
BARANDILLAS



DETALLE - 1

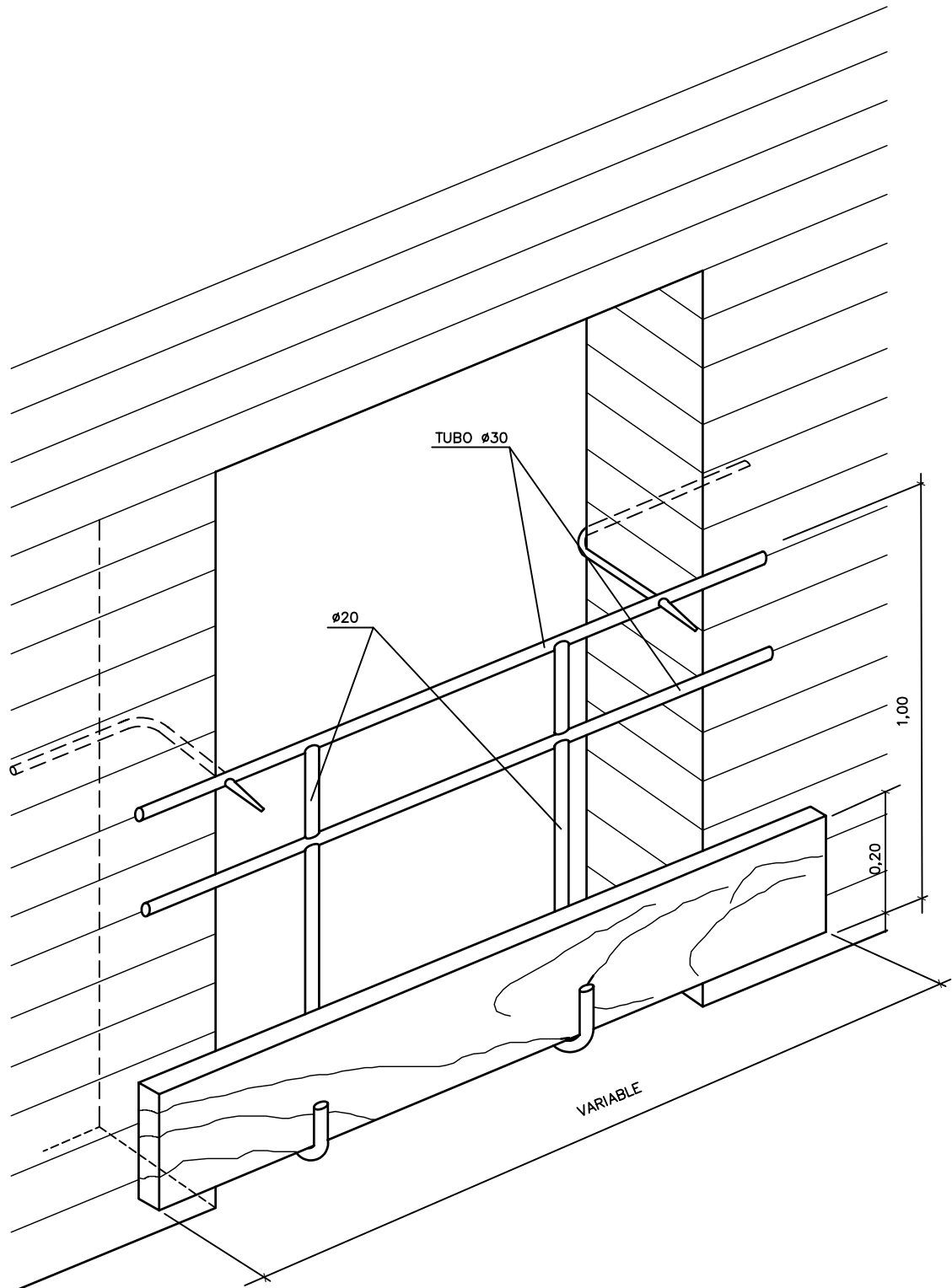


DETALLE - 2

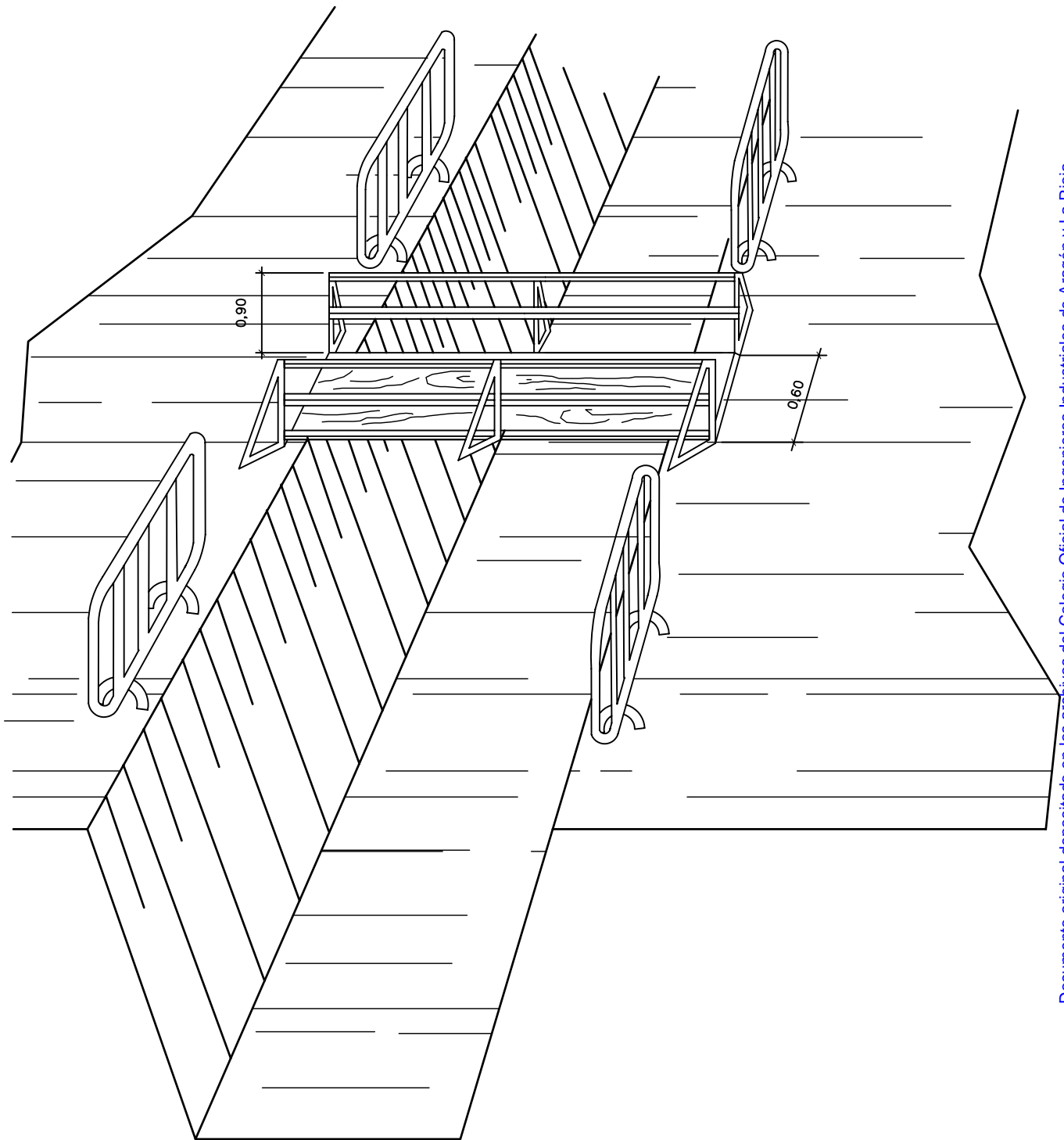


DETALLE - 3

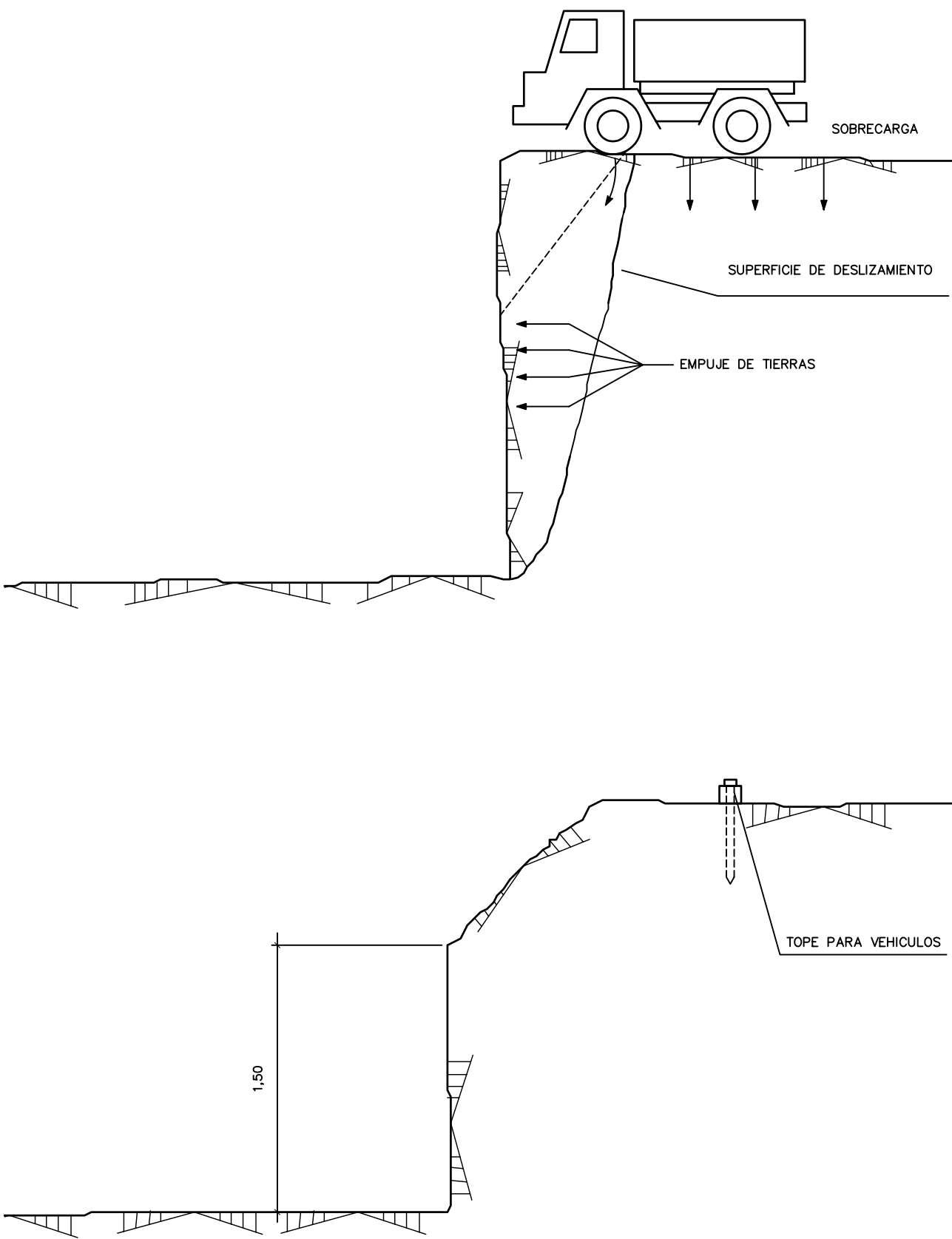
BARANDILLA DE PROTECCION PARA ABERTURAS VERTICALES



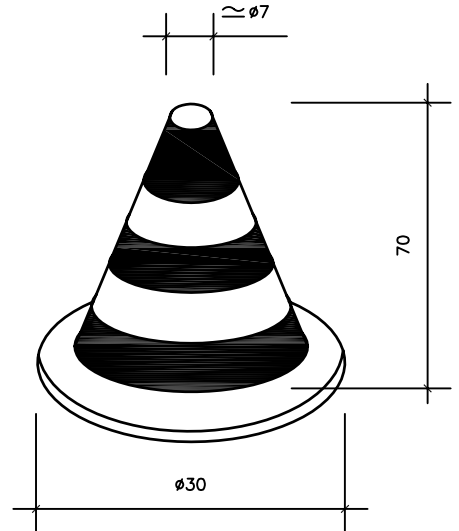
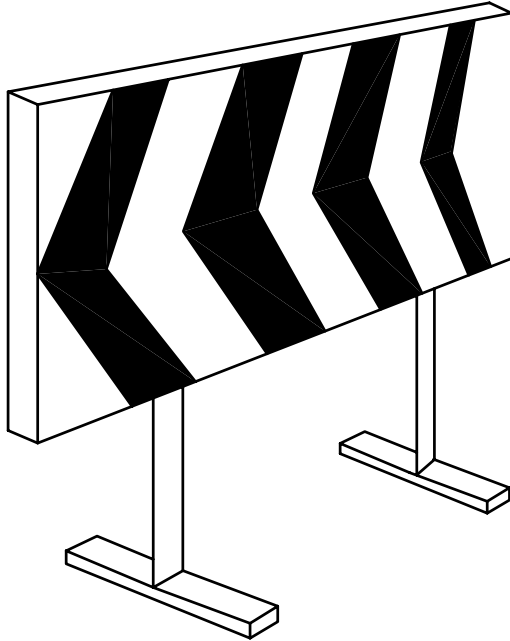
PROTECCION EN ZANJAS



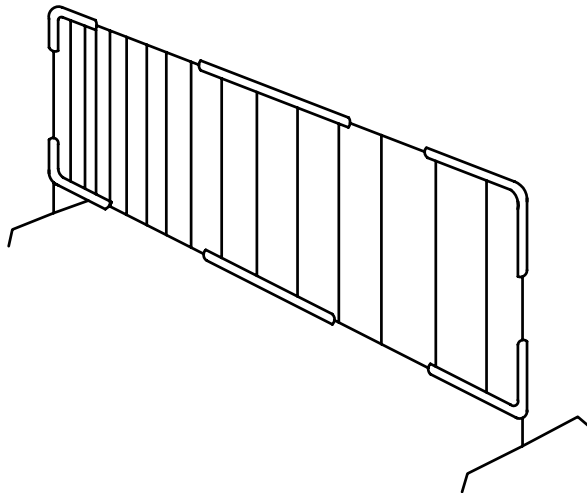
DESMOCHADO DE BORDES



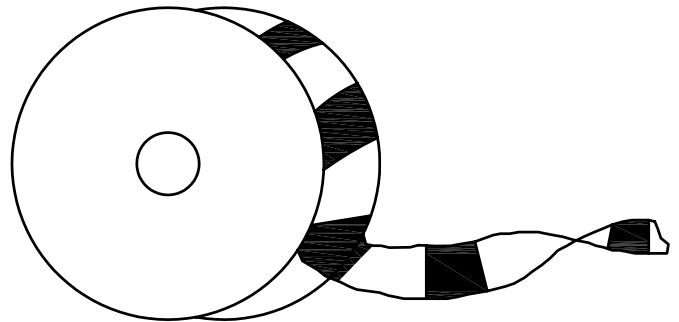
SEÑALIZACION



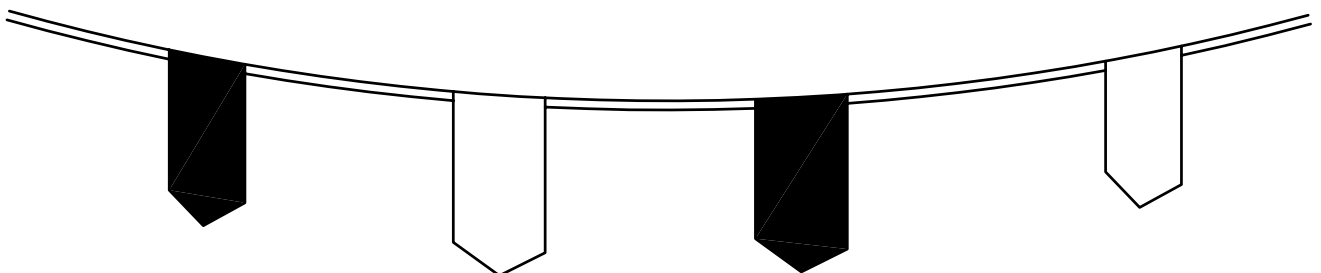
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

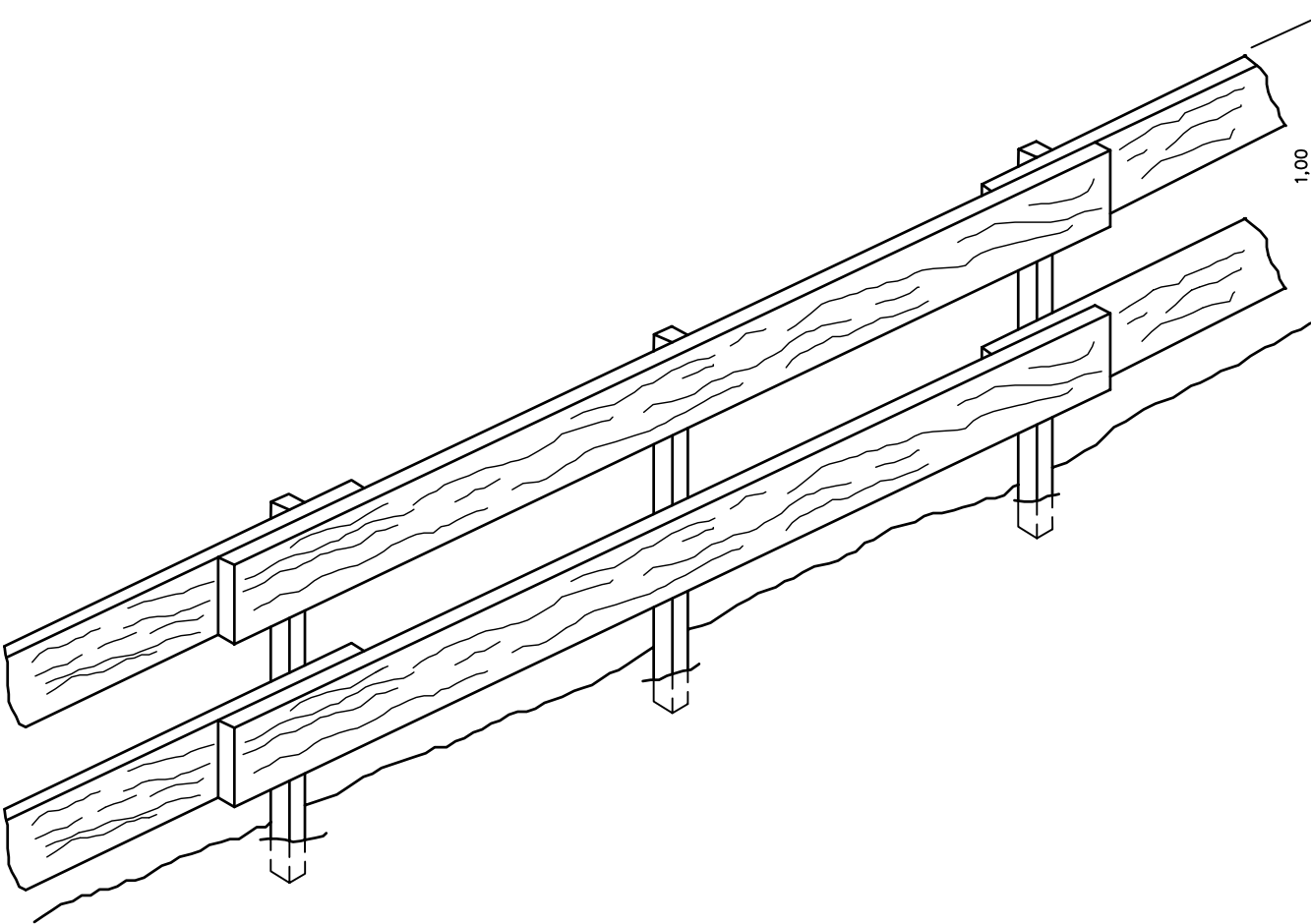


CINTA BALIZAMIENTO

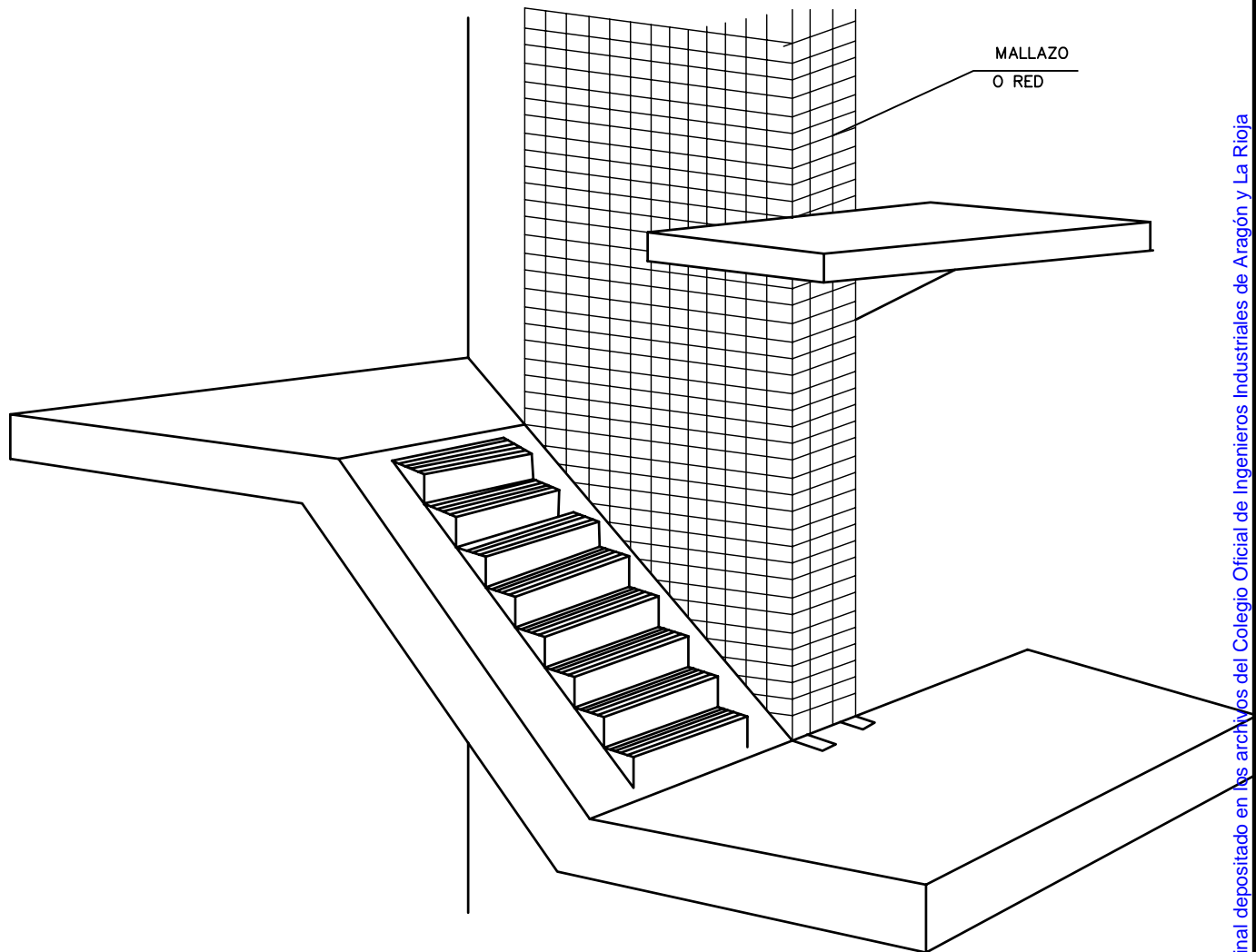


CORDON BALIZAMIENTO

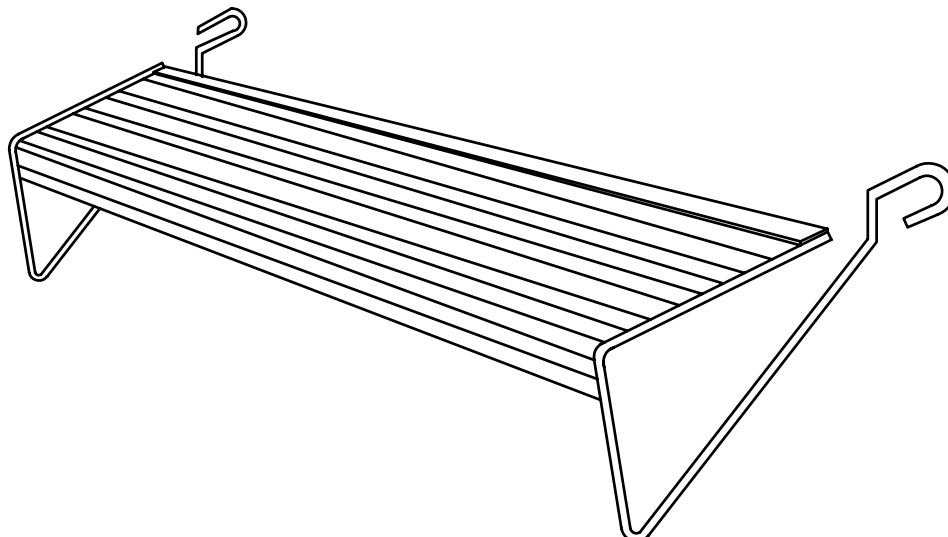
BARANDILLA DE PROTECCION



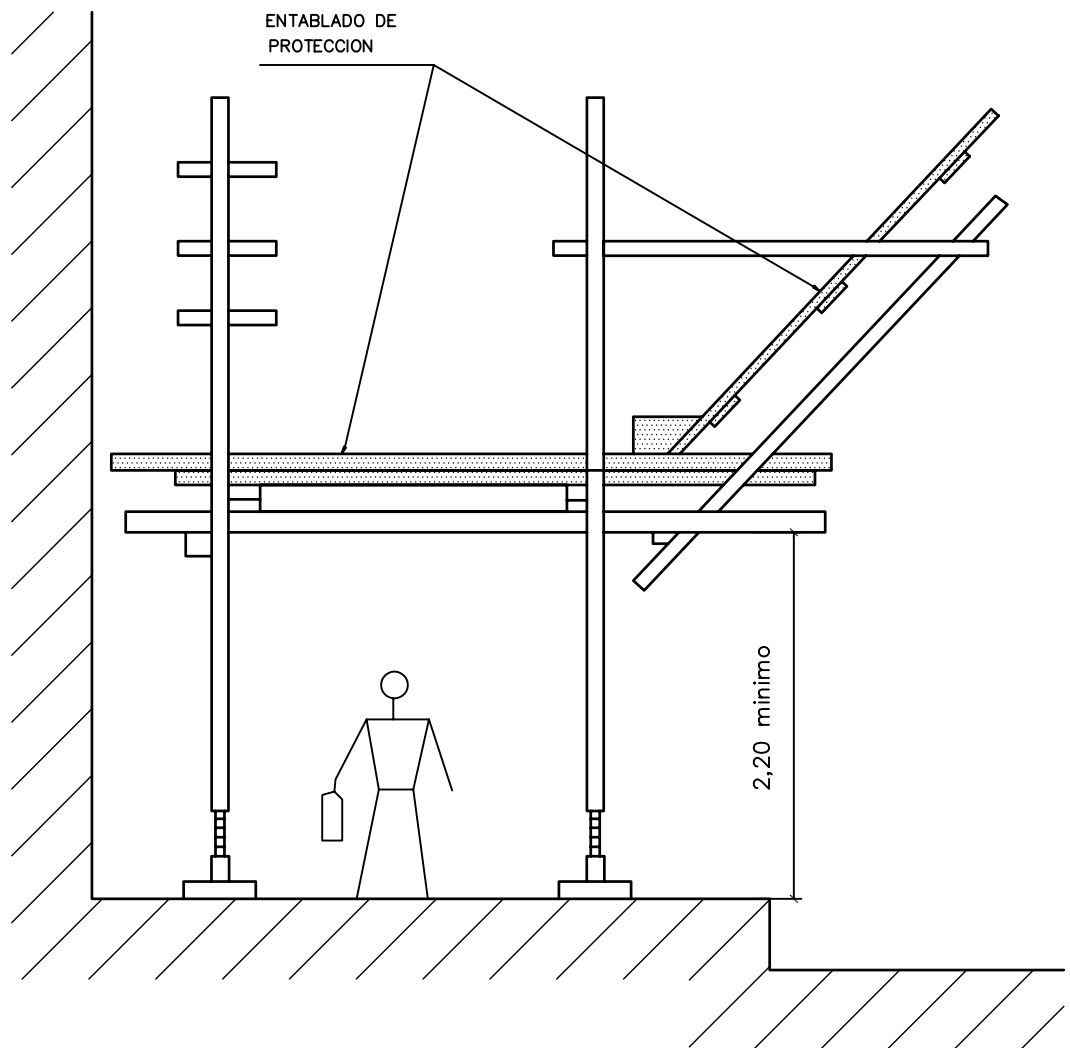
PROTECCION DE HUECO DE ESCALERA CON MALLAZO O RED



DETALLE DE UN POSIBLE TIPO PELDAÑO METÁLICO

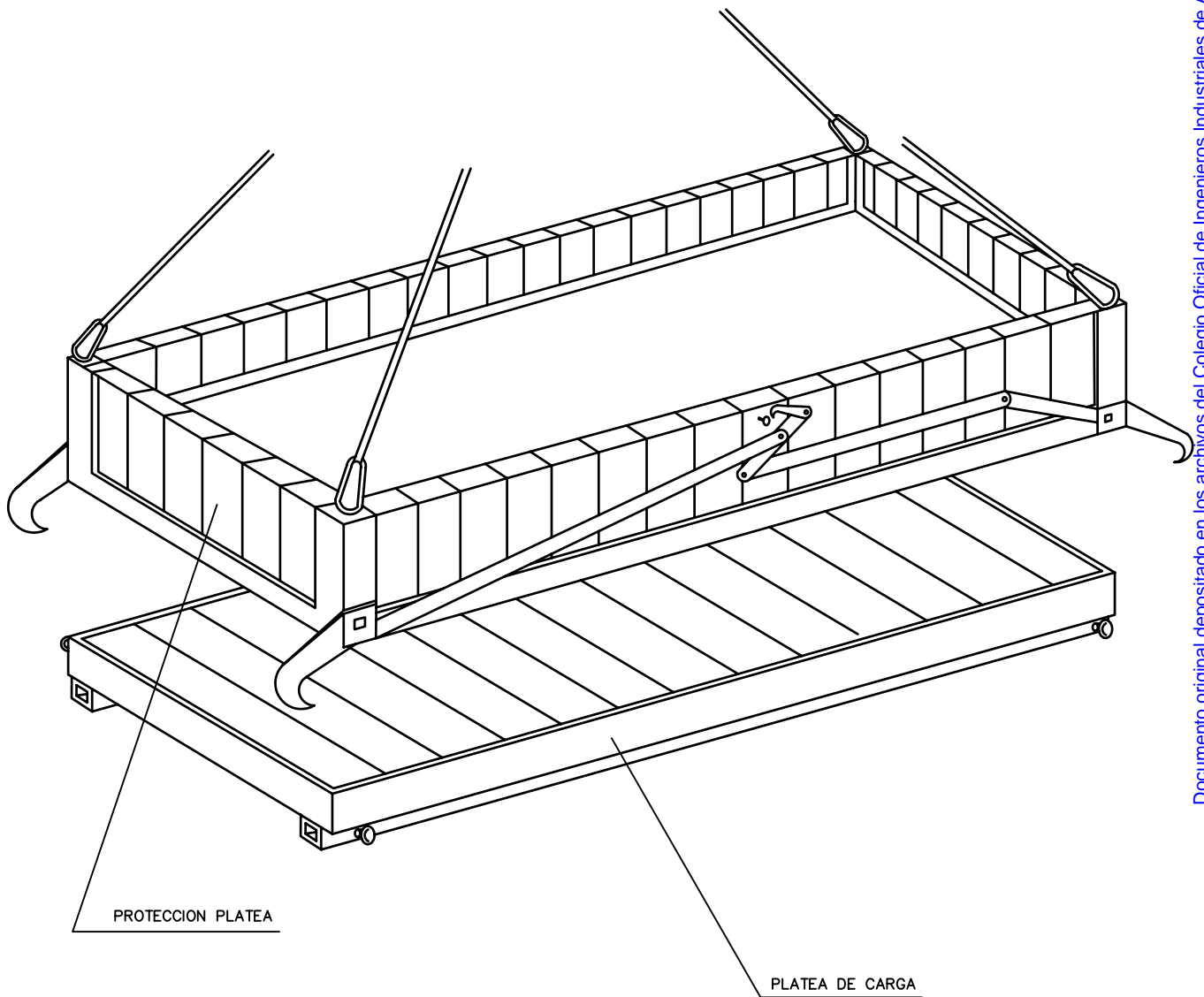


PASILLO DE SEGURIDAD

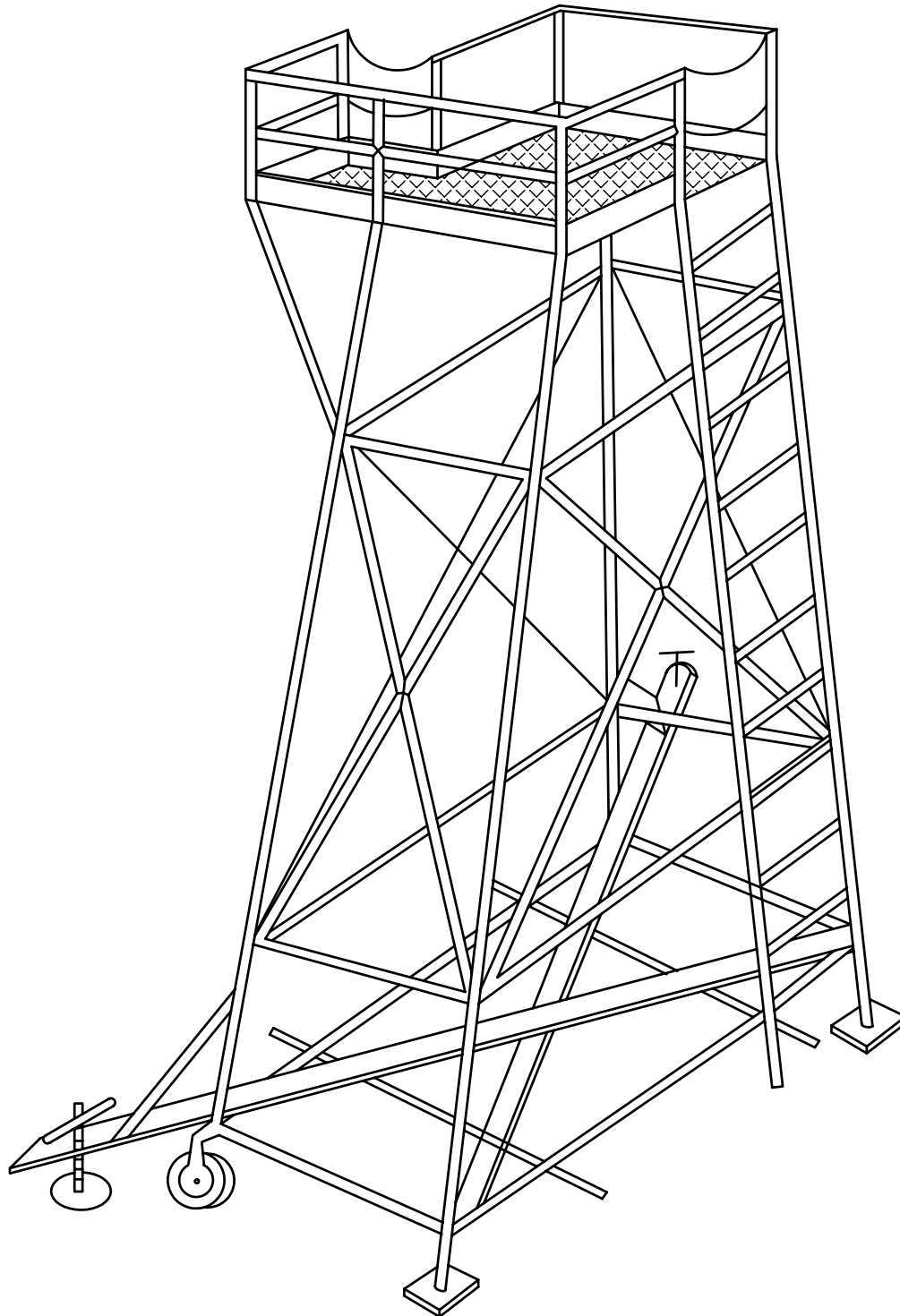


SECCION TRANSVERSAL

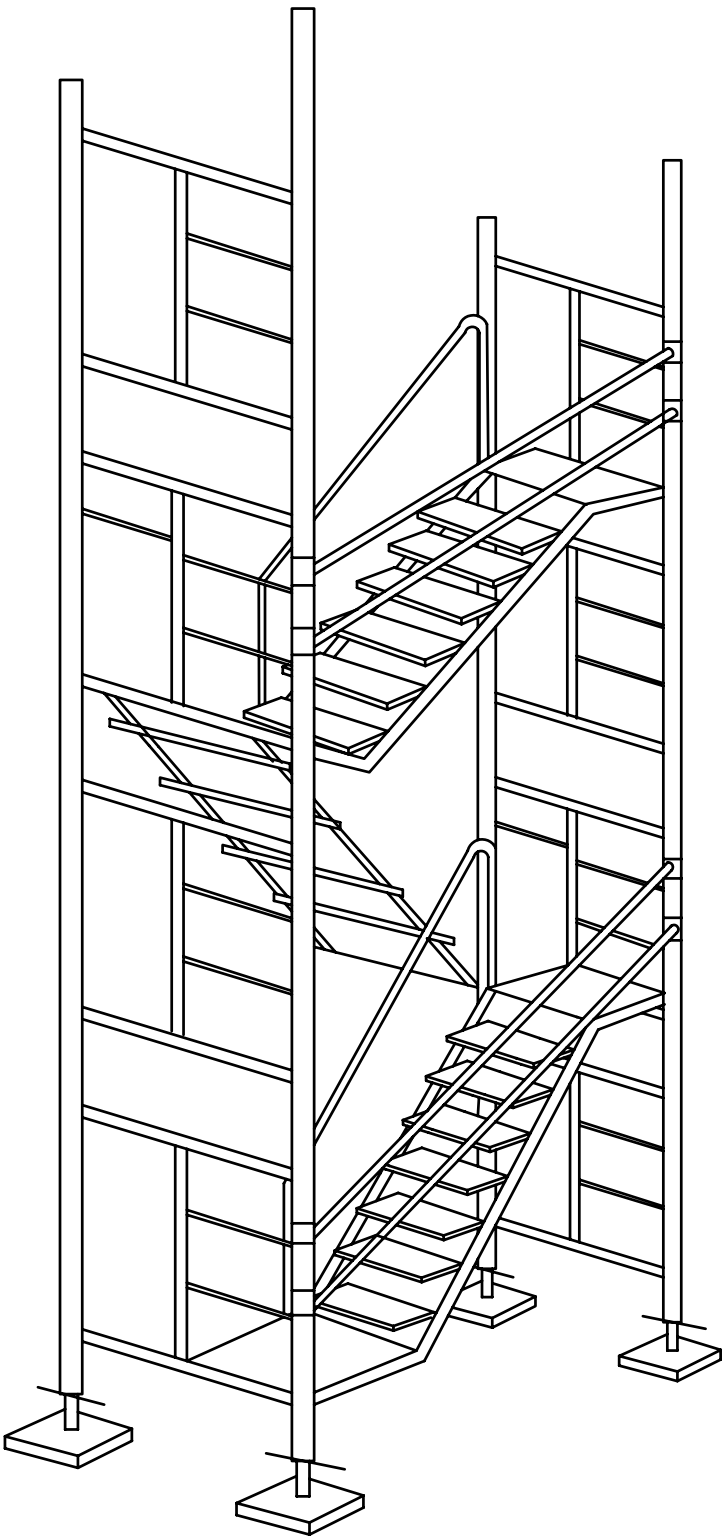
PLATEA MECANICA DE FONDO DESMONTABLE PARA IZADO DE MATERIALES



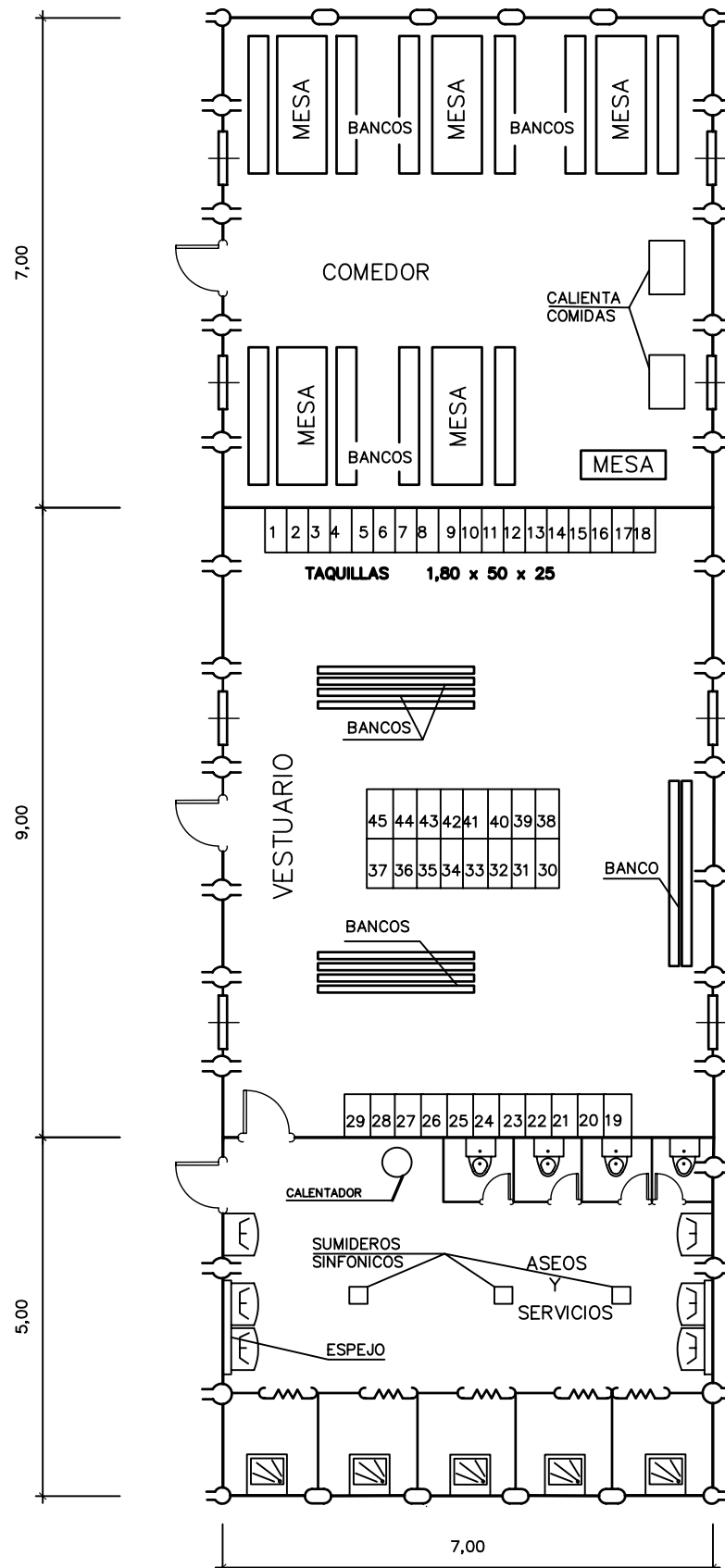
TORRETA TIPO PARA HORMIGON EN ALTURA



ESCALERA TIPO AUXILIAR DE TUBO

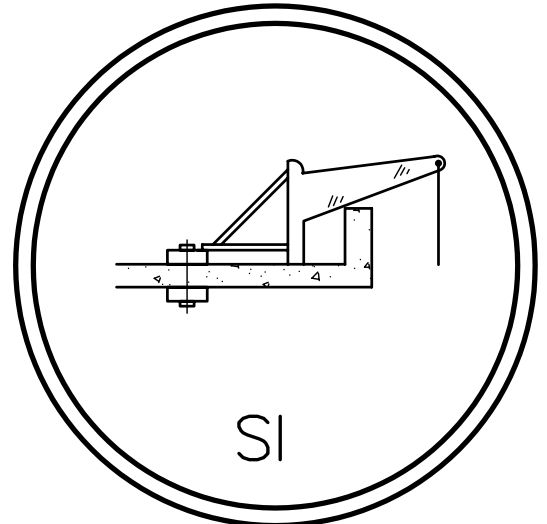
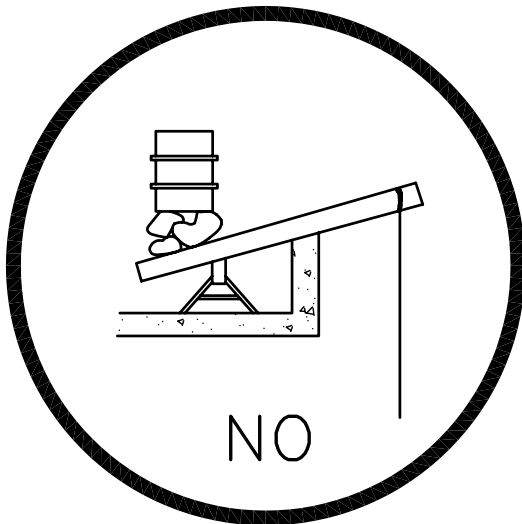
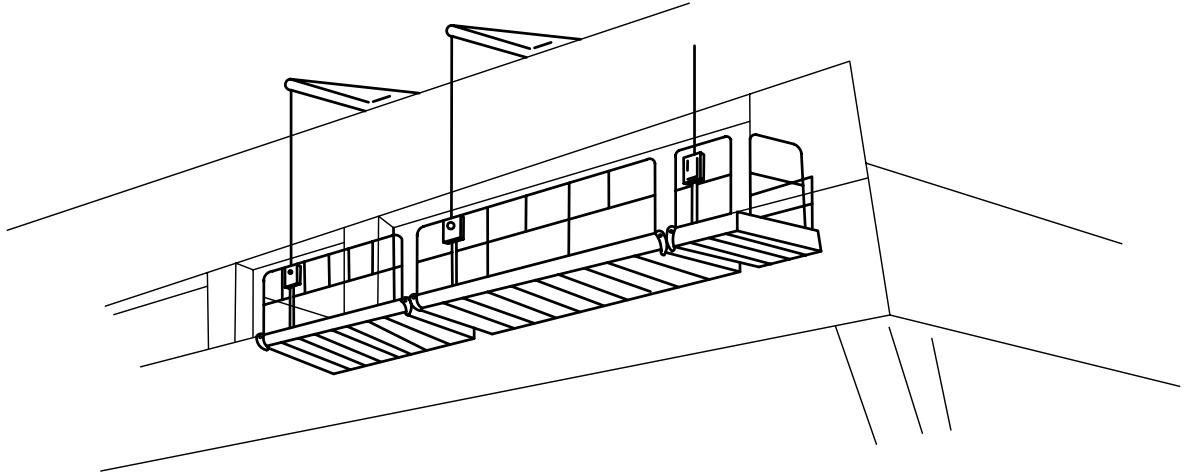


MODELO DE INSTALACION PARA COMEDOR, VESTUARIOS
Y SERVICIOS HIGIENICOS DE OBRA.
MAXIMO DE TRABAJADORES PREVISTO 65



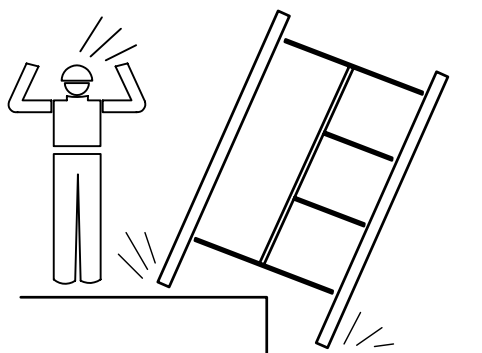
ANDAMIOS COLGADOS

HOJA Nº

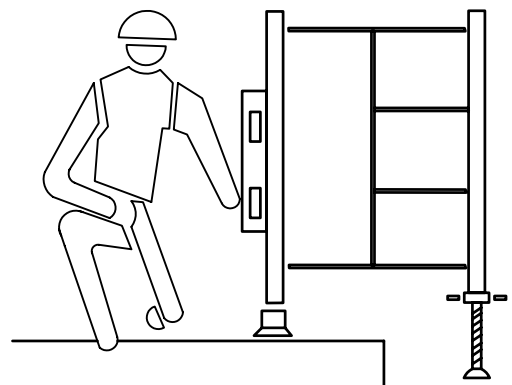


ANDAMIOS TUBULARES

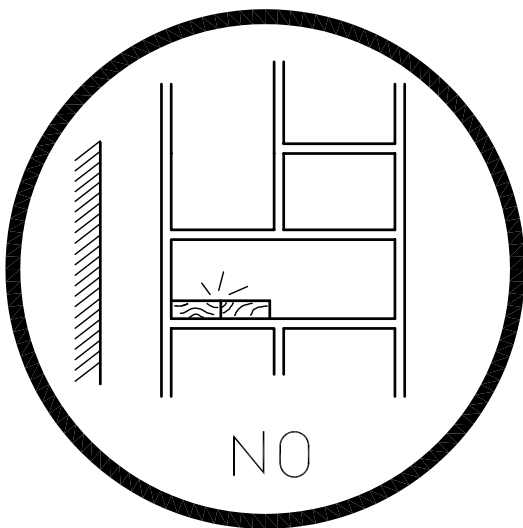
HOJA Nº



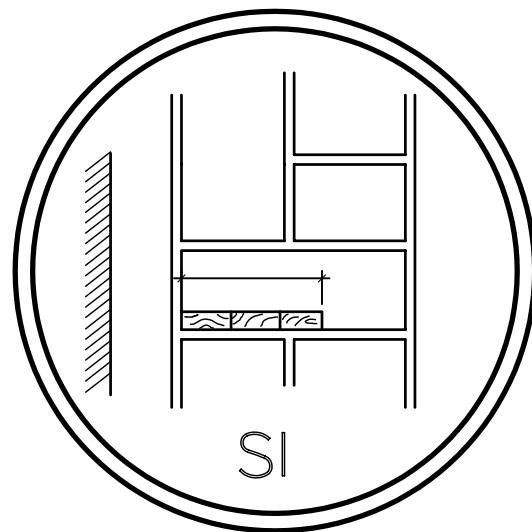
NO



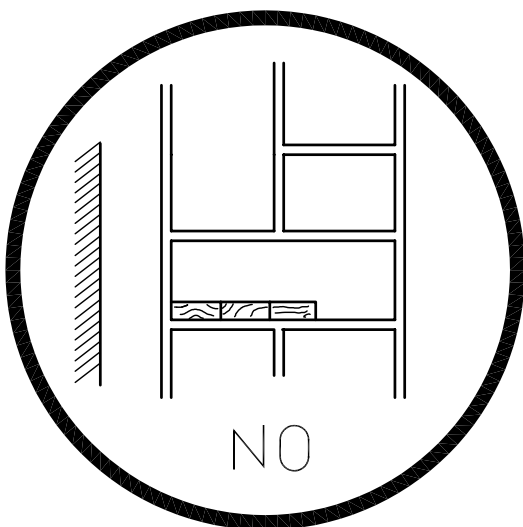
SI



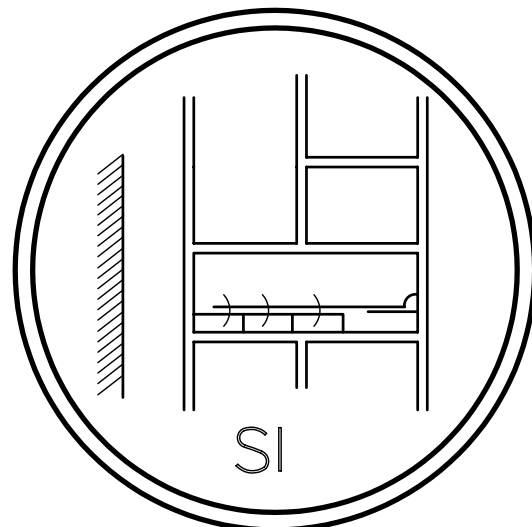
NO



SI



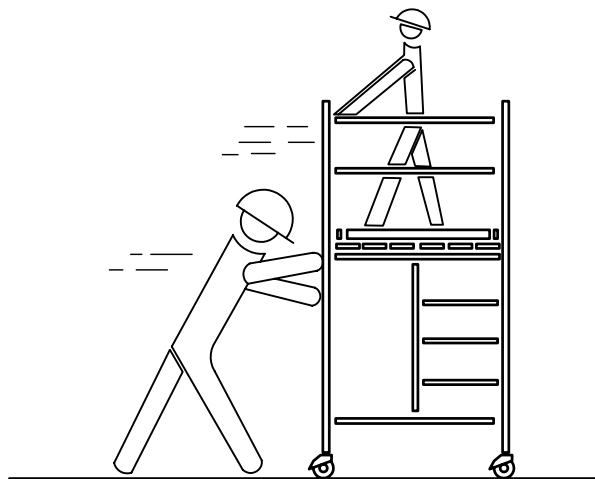
NO



SI

ANDAMIOS TUBULARES

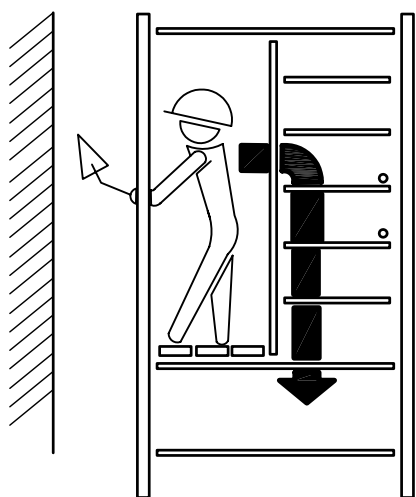
HOJA Nº



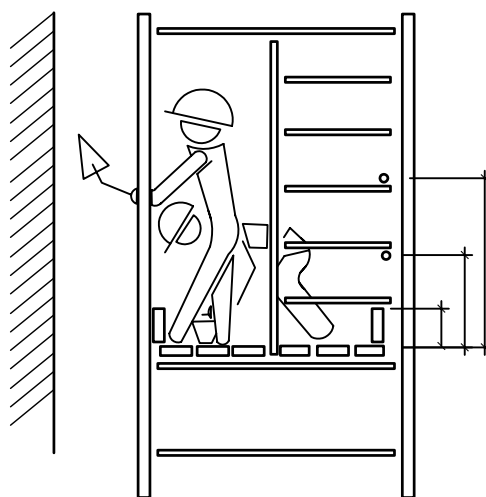
NO



SI



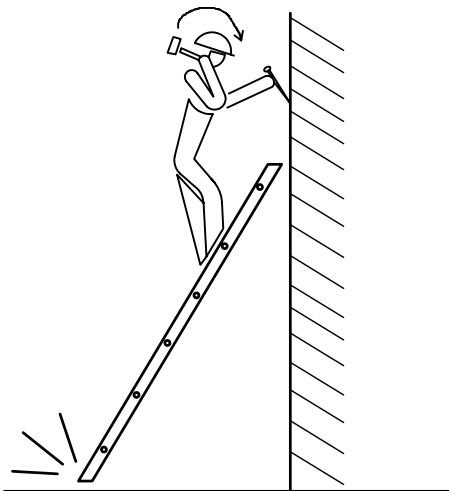
NO



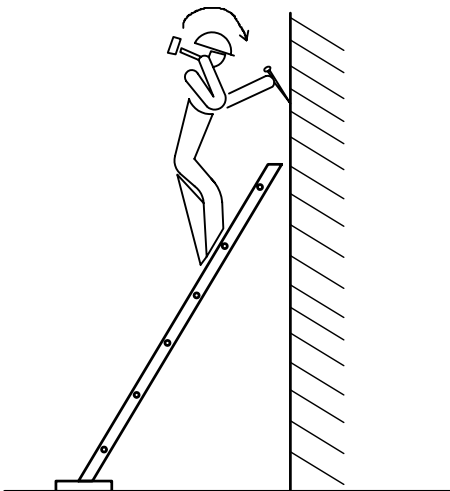
SI

ESCALERAS DE MANO

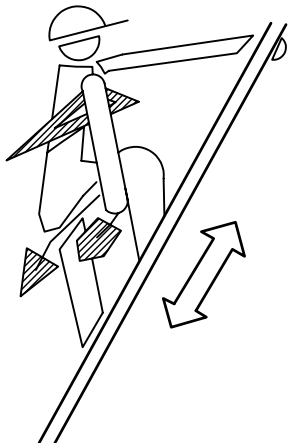
HOJA Nº



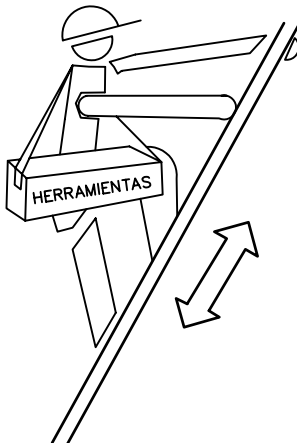
NO



SI



NO

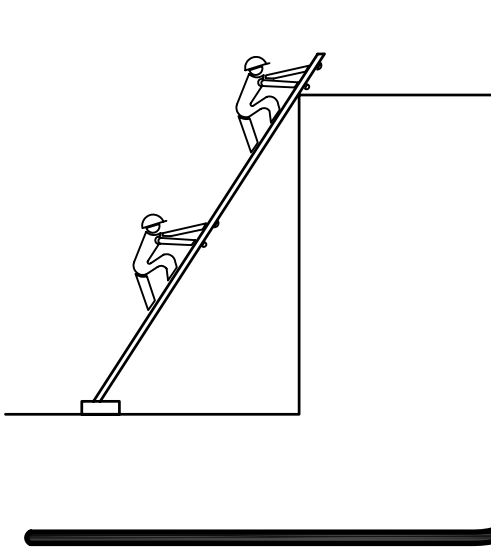


SI

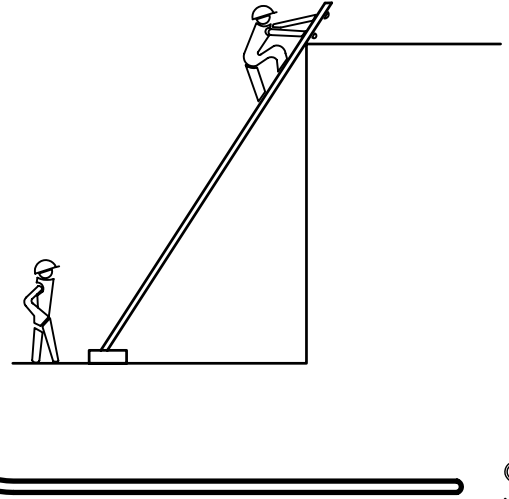
ESCALERAS DE MANO

HOJA Nº

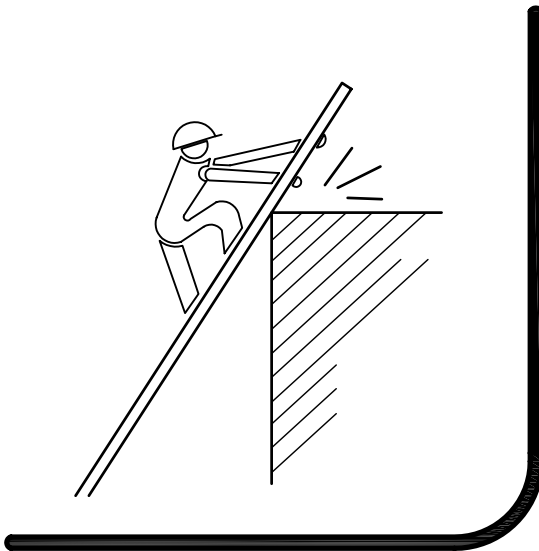
NO



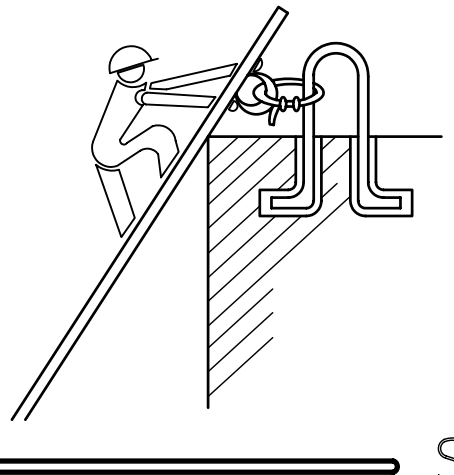
SI

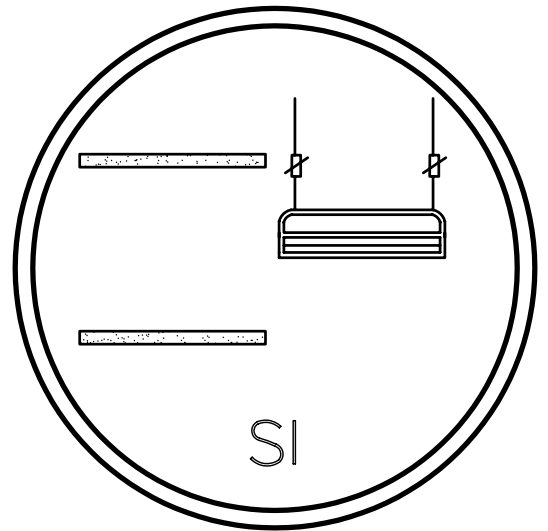
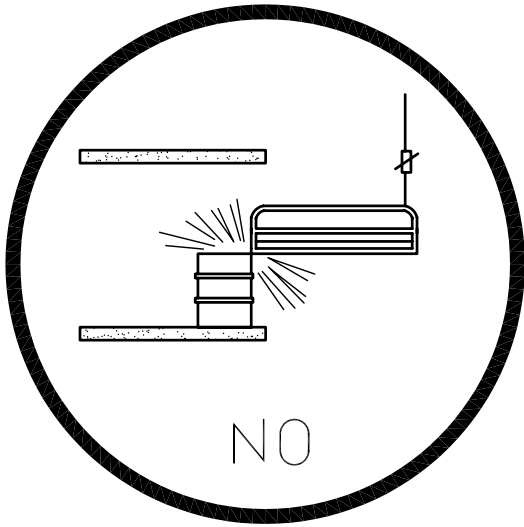
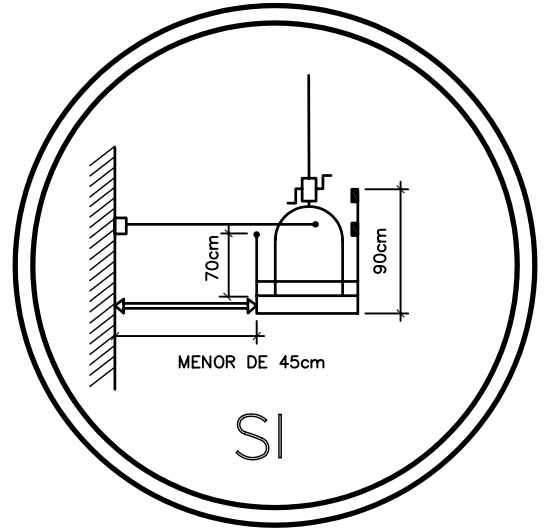
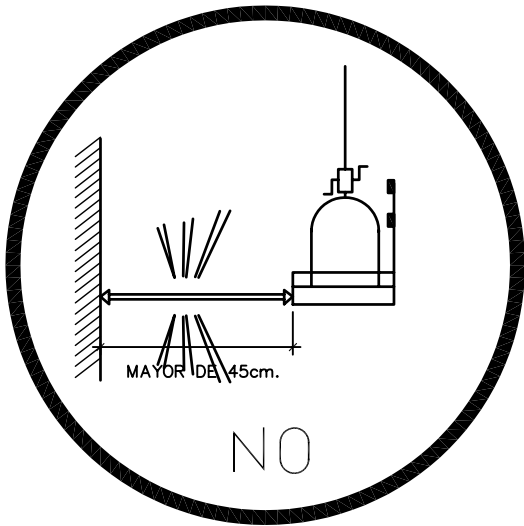


NO



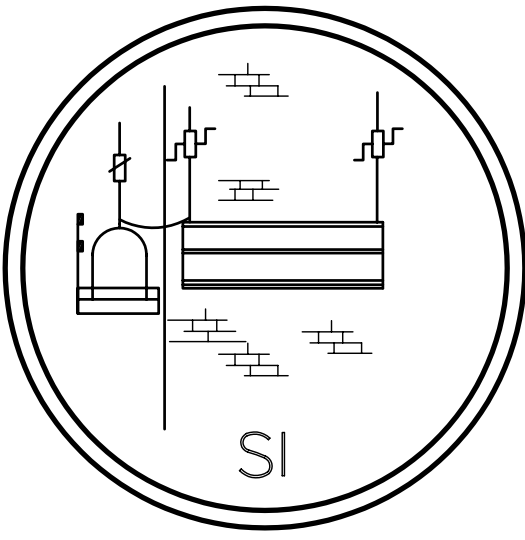
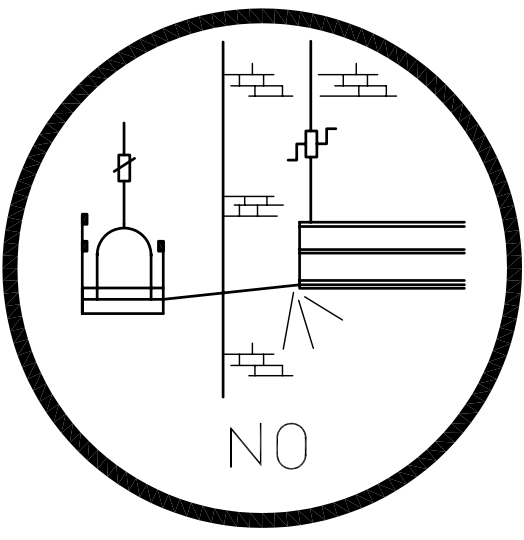
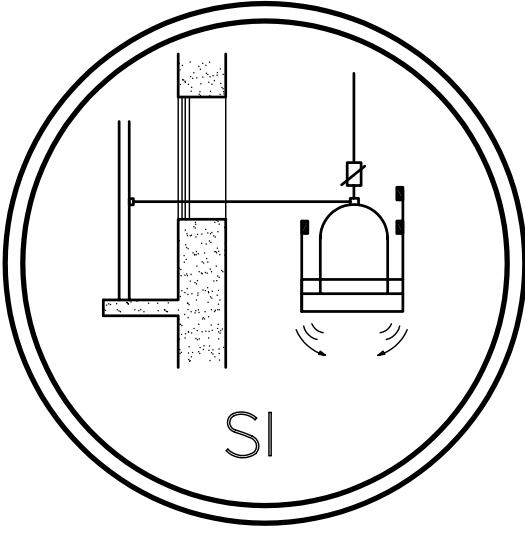
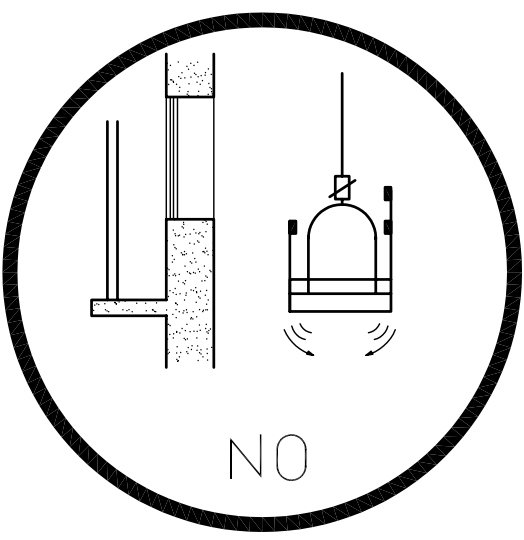
SI





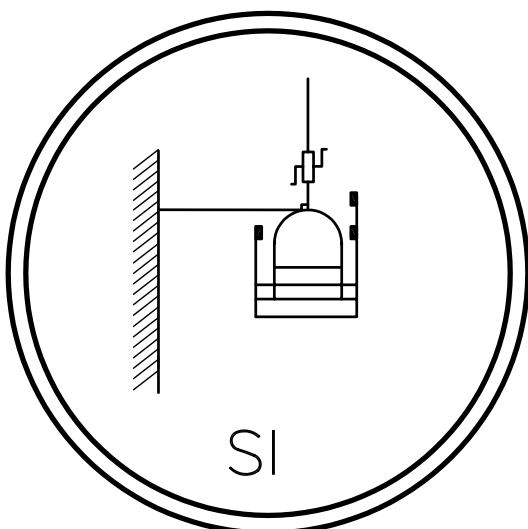
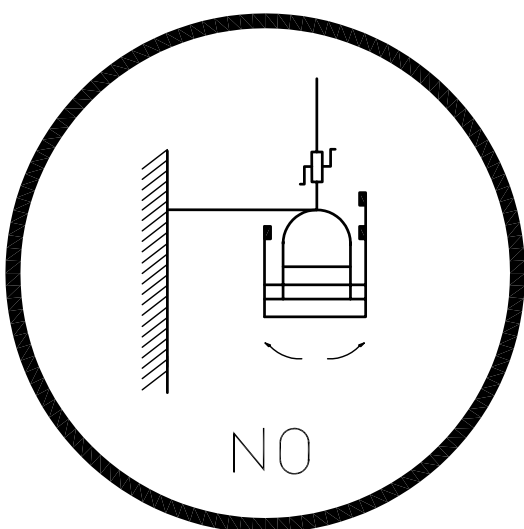
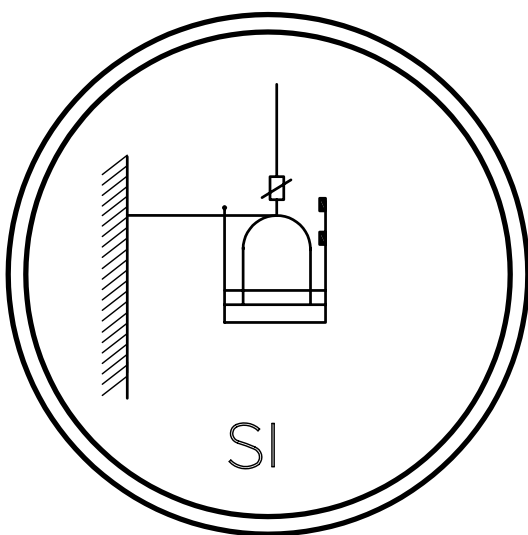
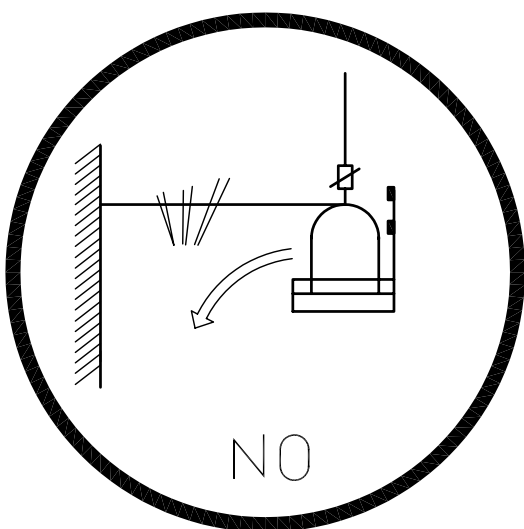
ANDAMIOS COLGADOS

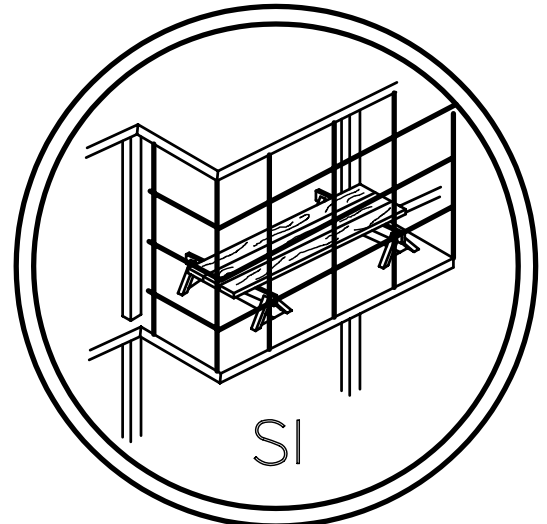
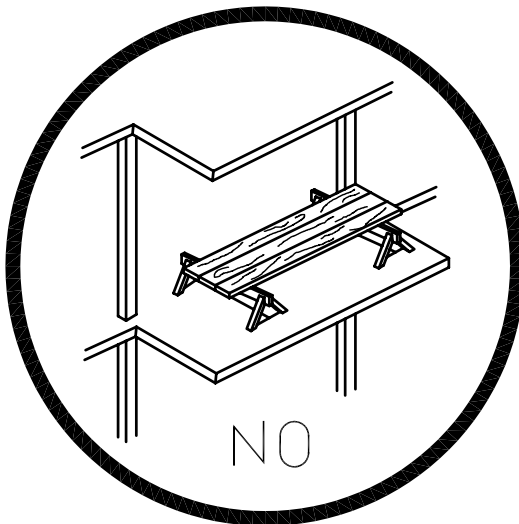
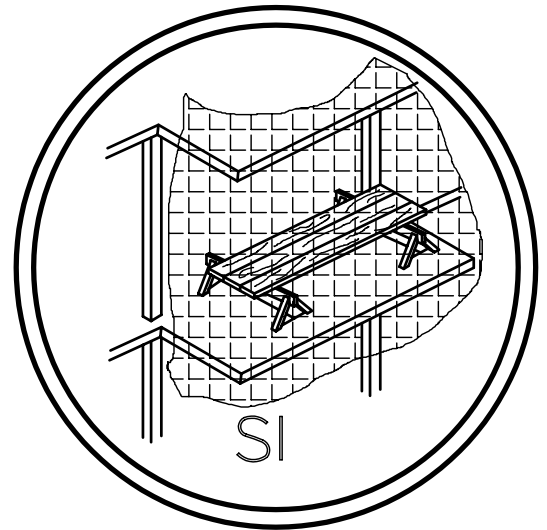
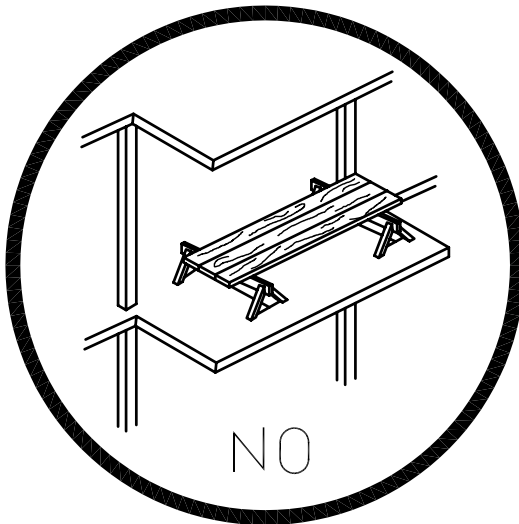
HOJA Nº

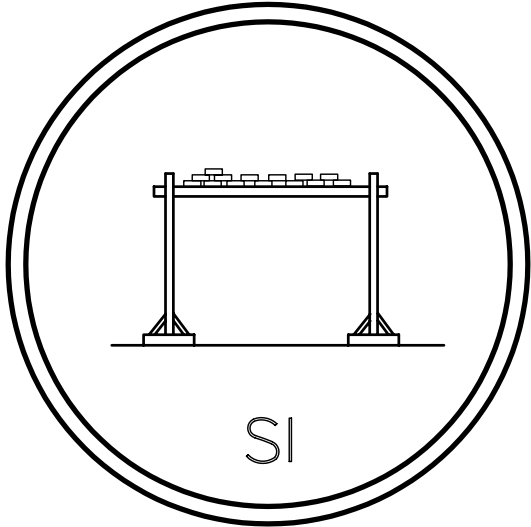
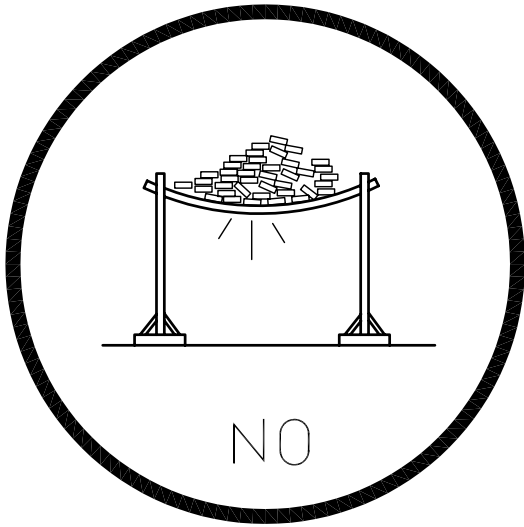
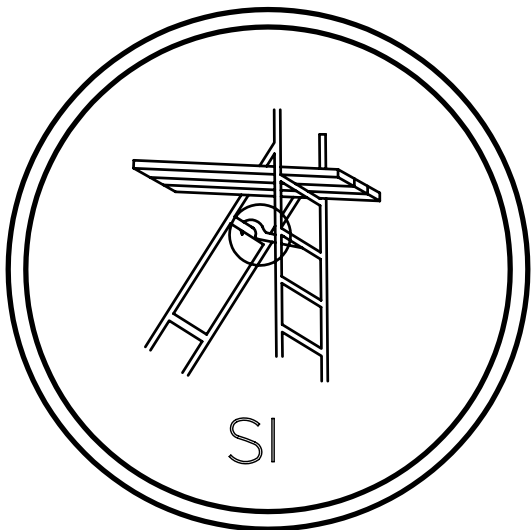


ANDAMIOS COLGADOS

HOJA Nº

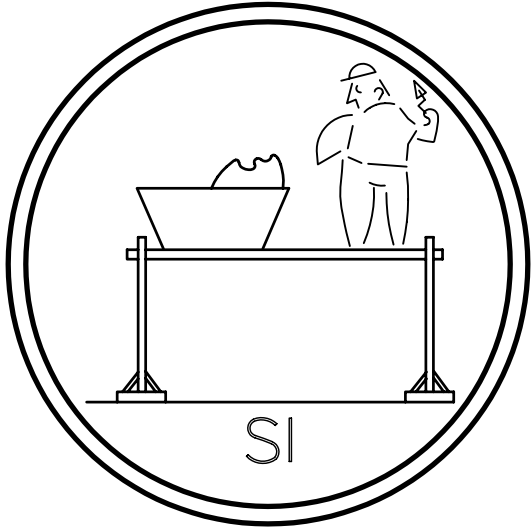
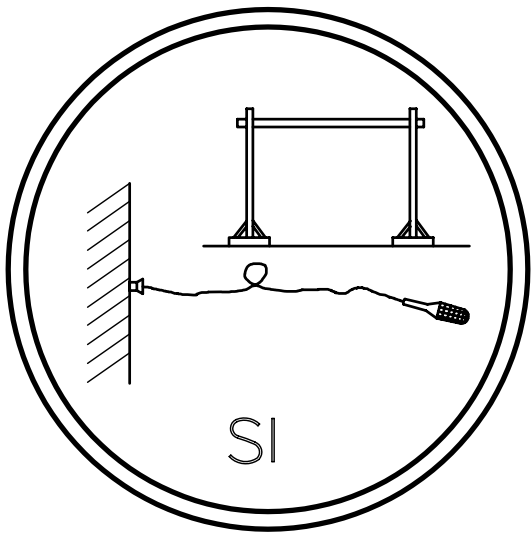
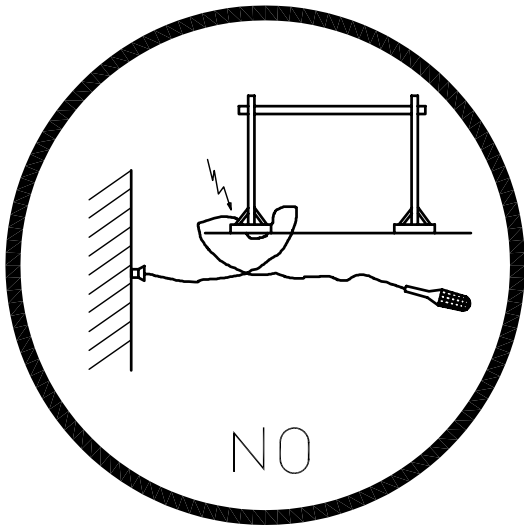






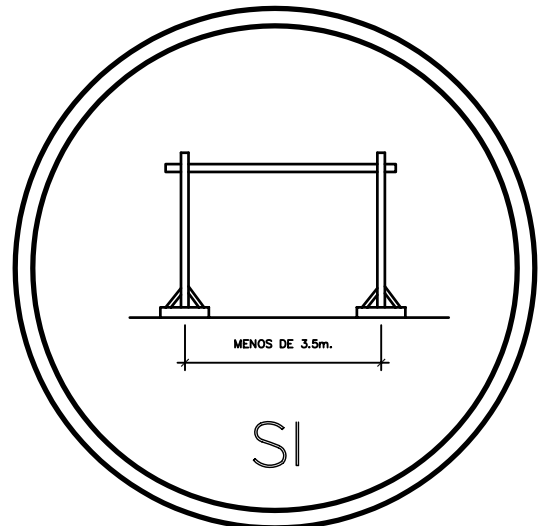
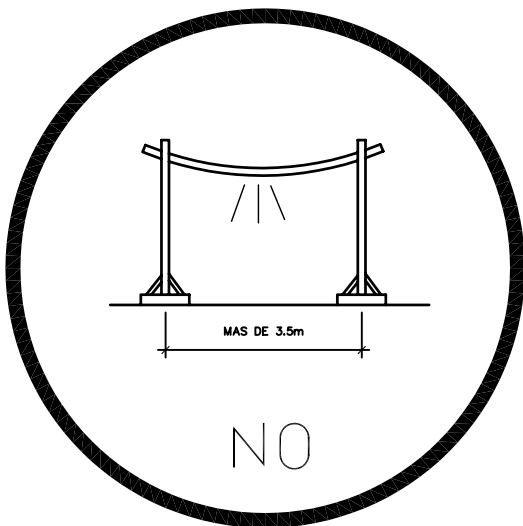
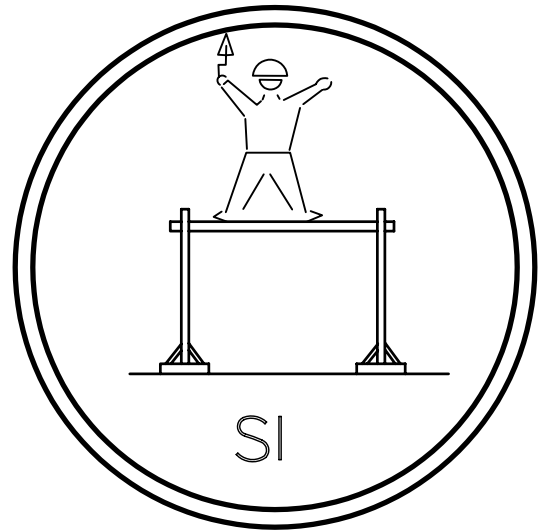
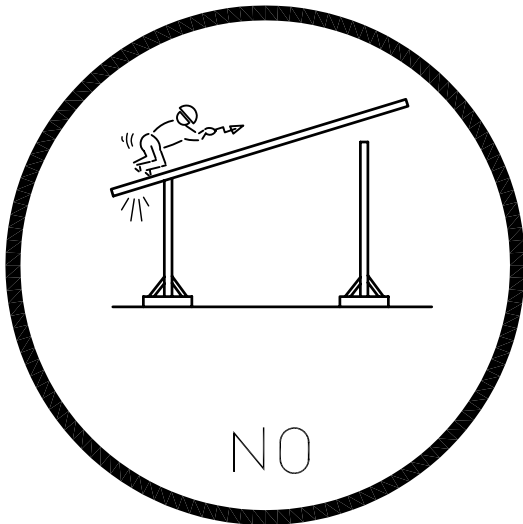
ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

HOJA Nº 2



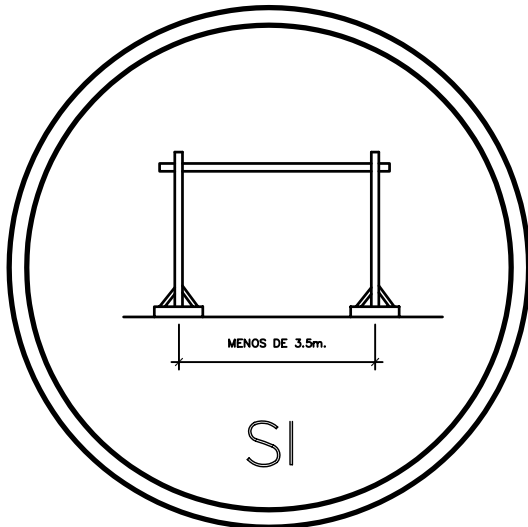
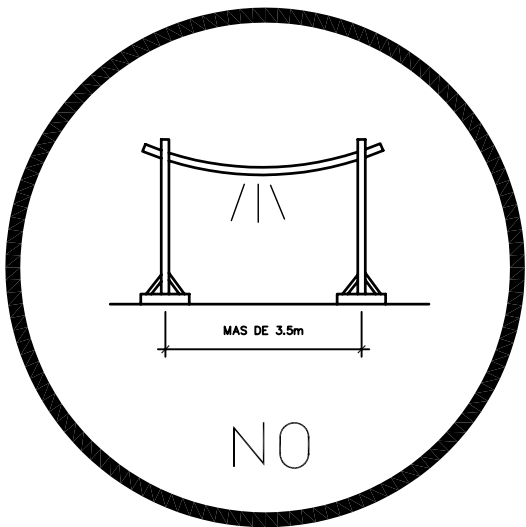
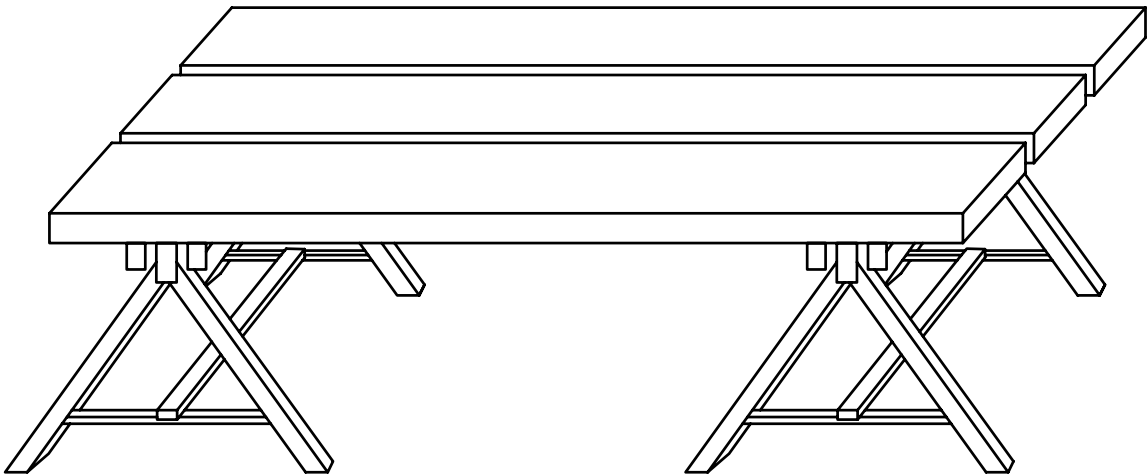
ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

HOJA Nº 30



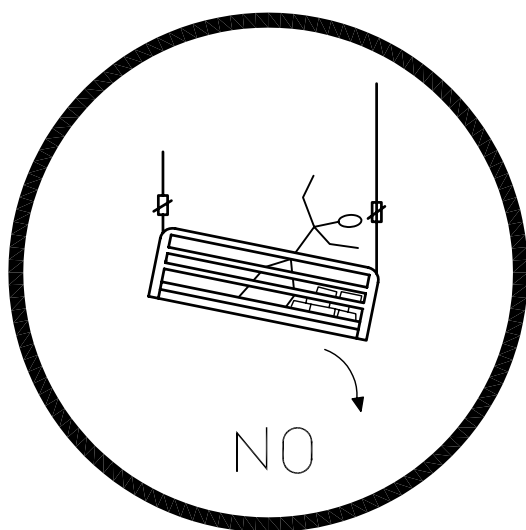
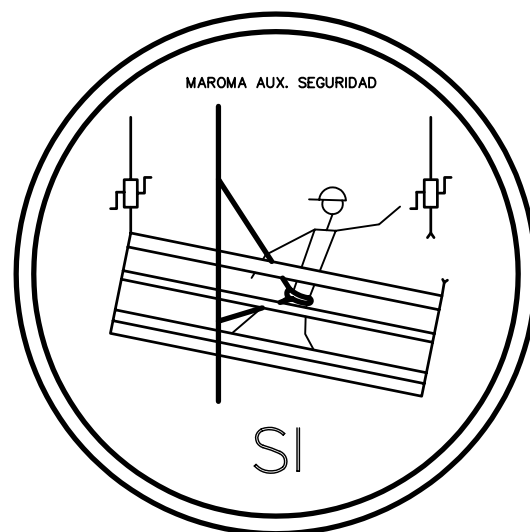
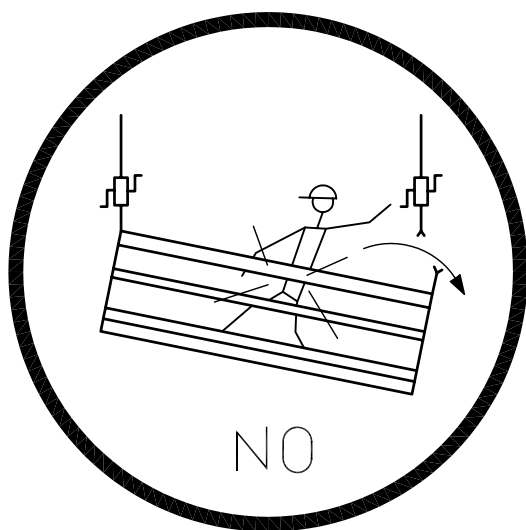
ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

HOJA Nº 1



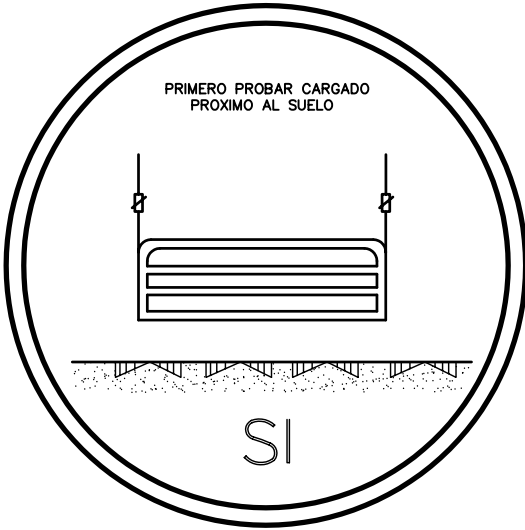
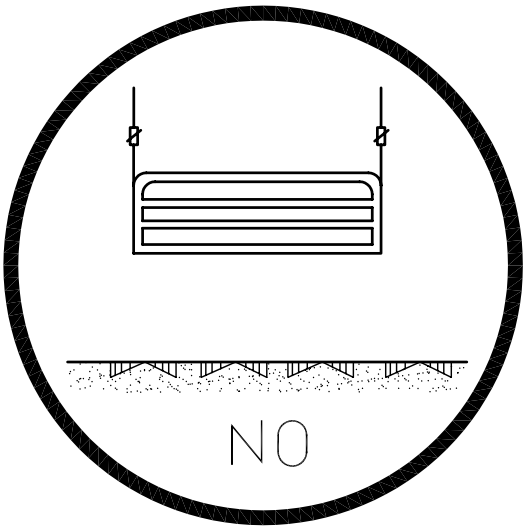
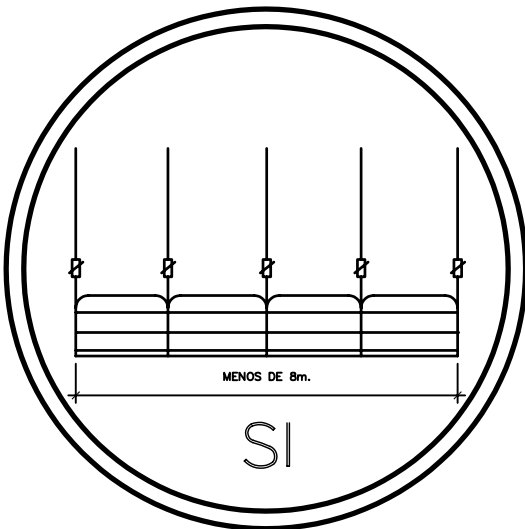
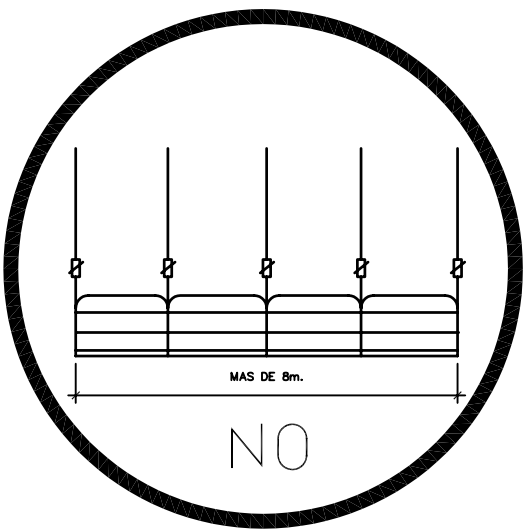
ANDAMIOS COLGADOS

HOJA Nº 2



ANDAMIOS COLGADOS

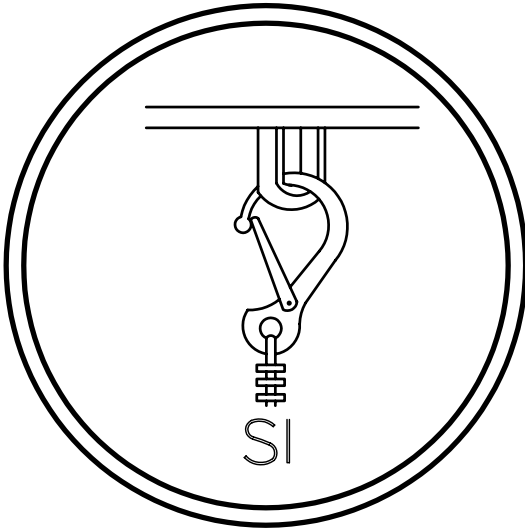
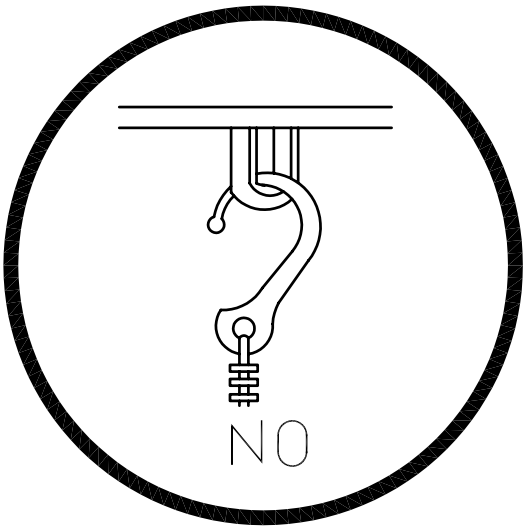
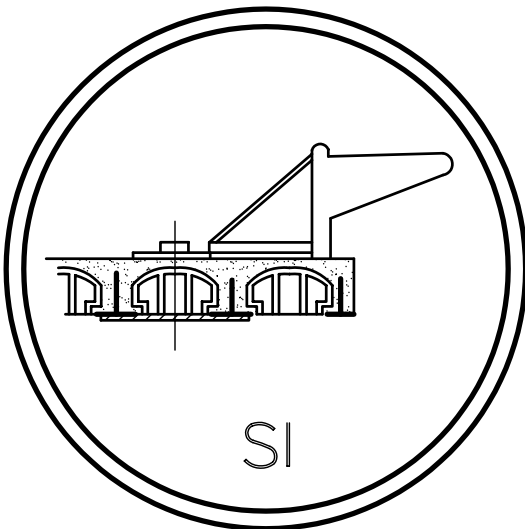
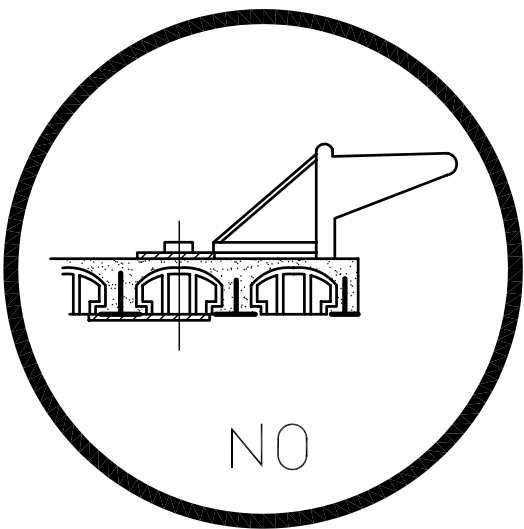
HOJA



ANDAMIOS COLGADOS

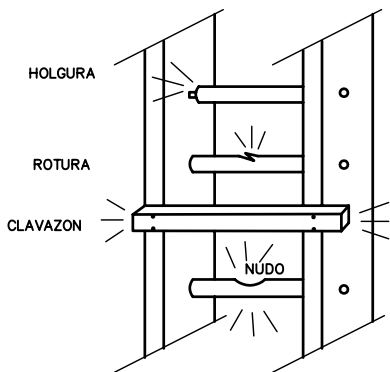
HOJA

Nº

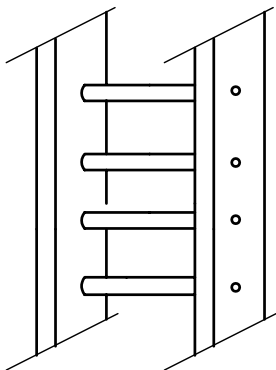


ESCALERAS DE MANO

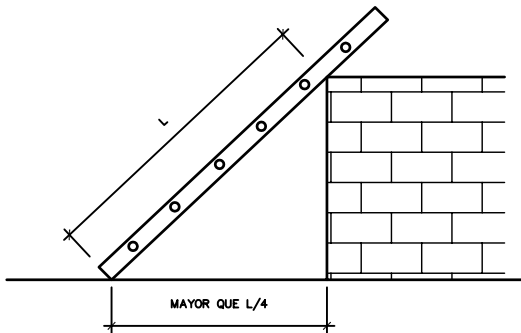
HOJA Nº



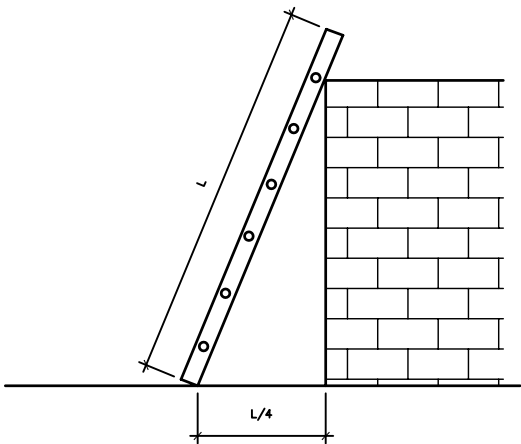
NO



SI



NO

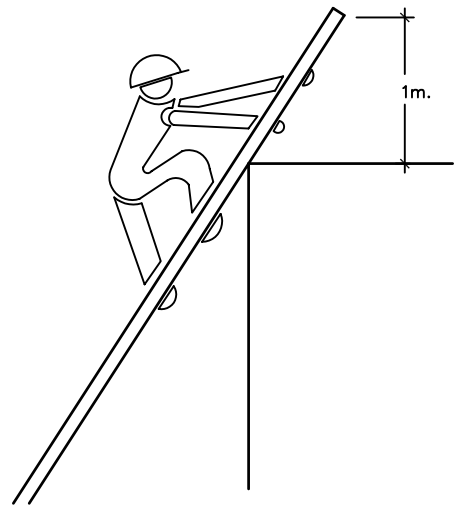
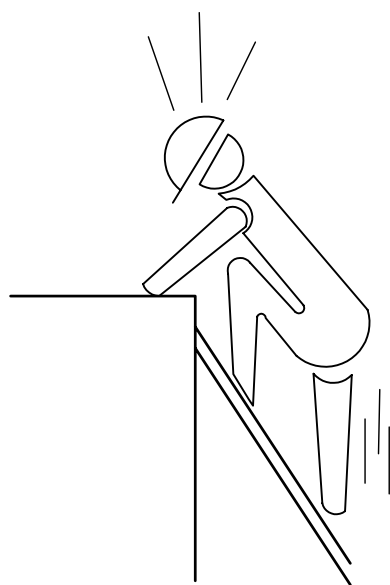


SI

ESCALERAS DE MANO

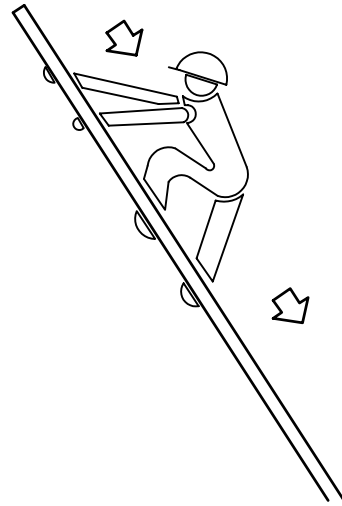
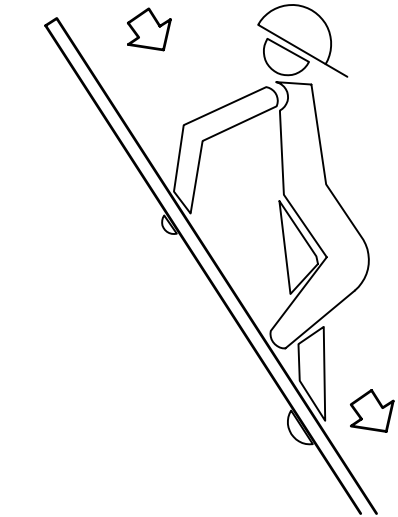
HOJA Nº

NO



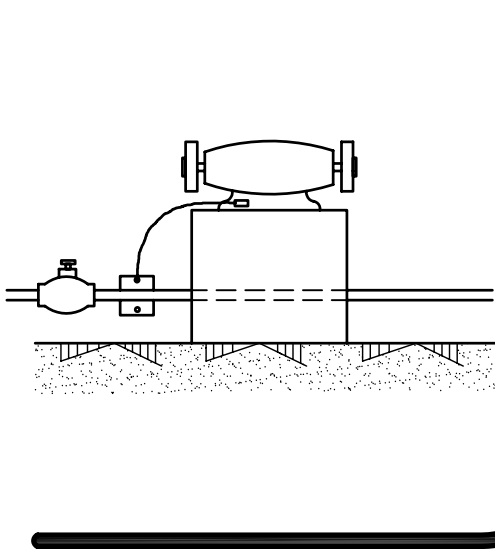
SI

NO

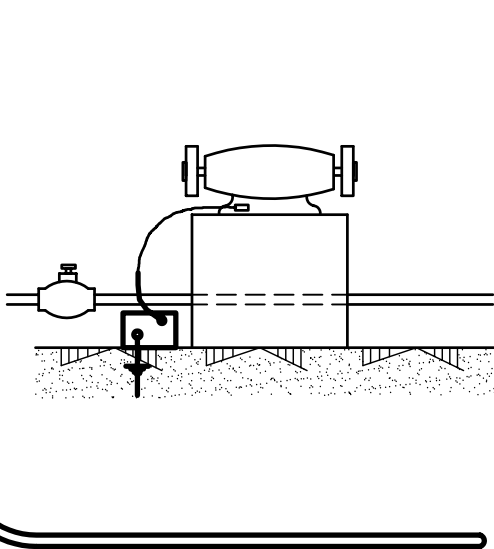


SI

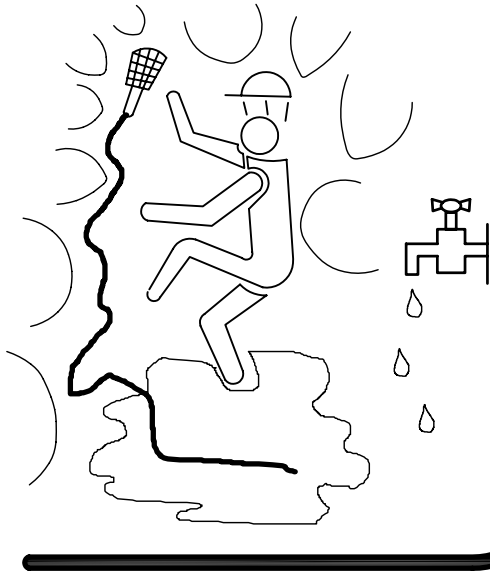
NO



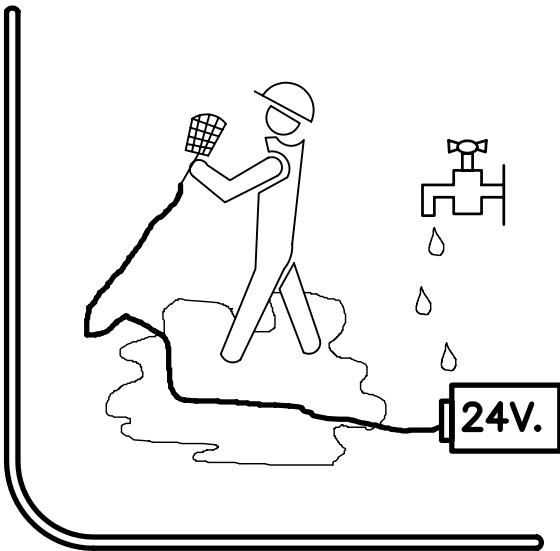
SI



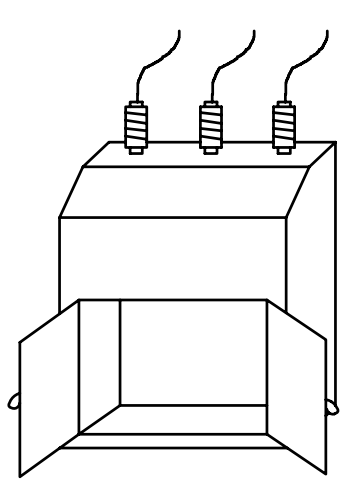
NO



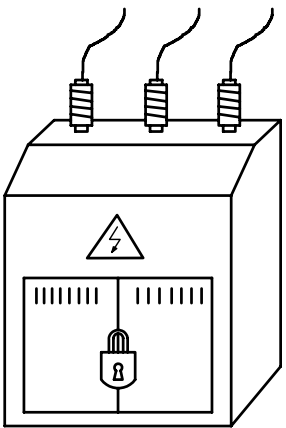
SI



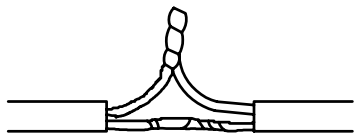
NO



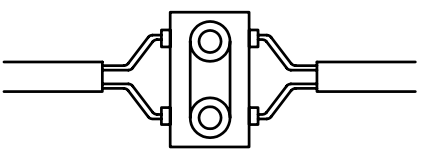
SI

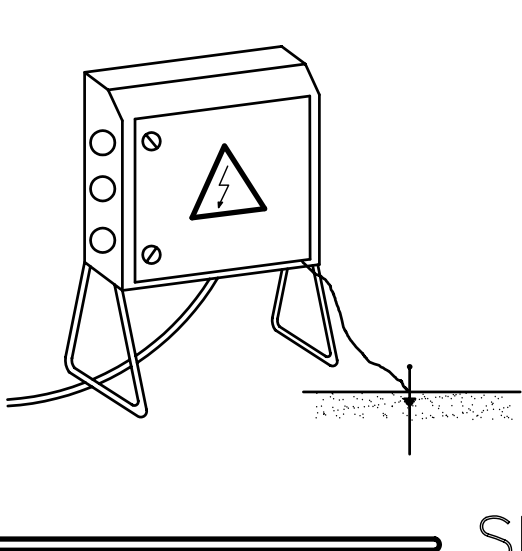
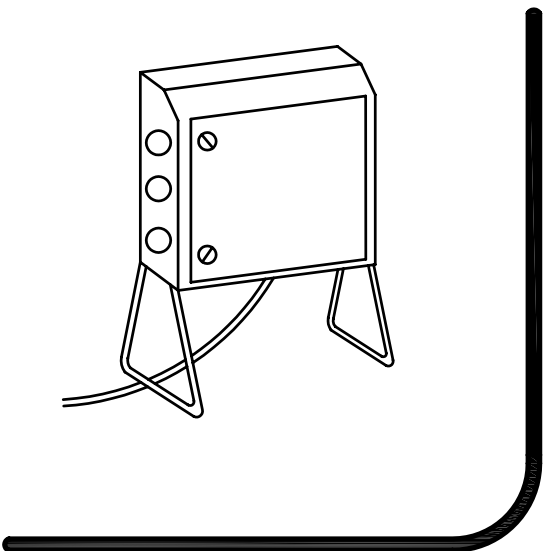
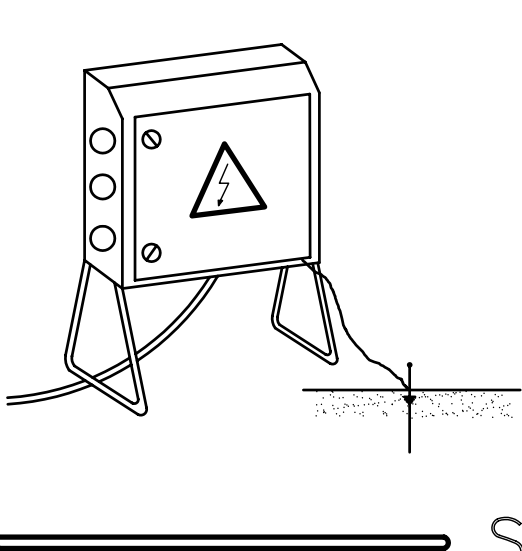
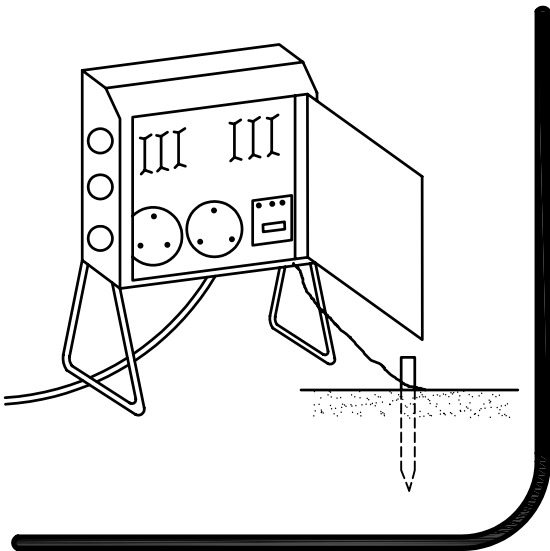


NO

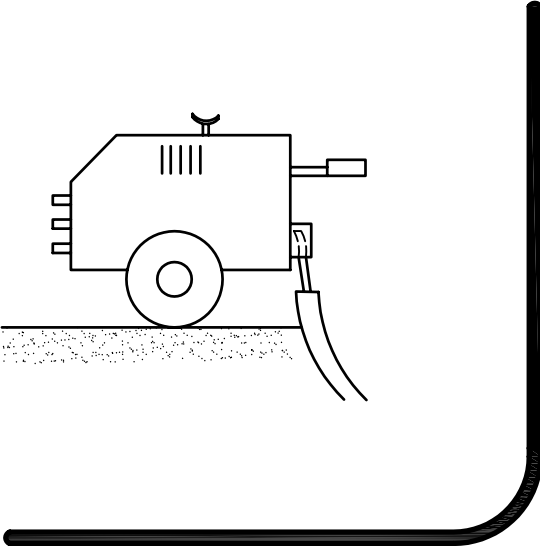


SI

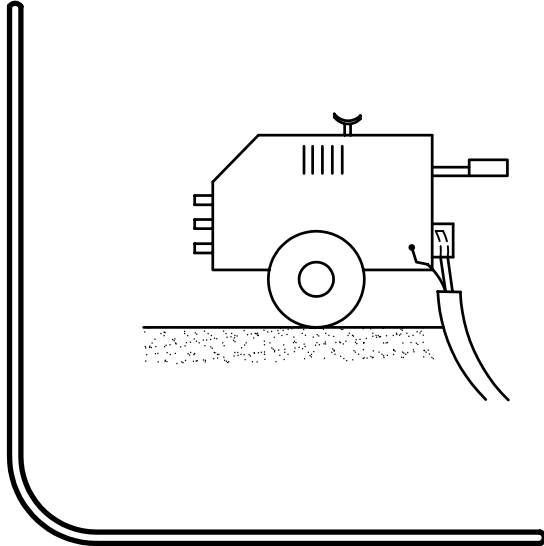




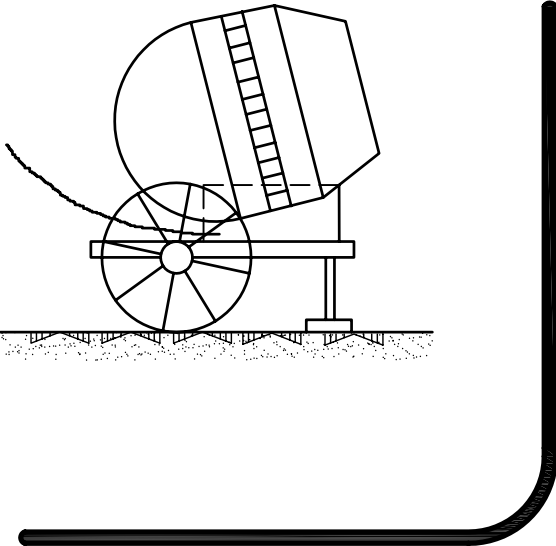
NO



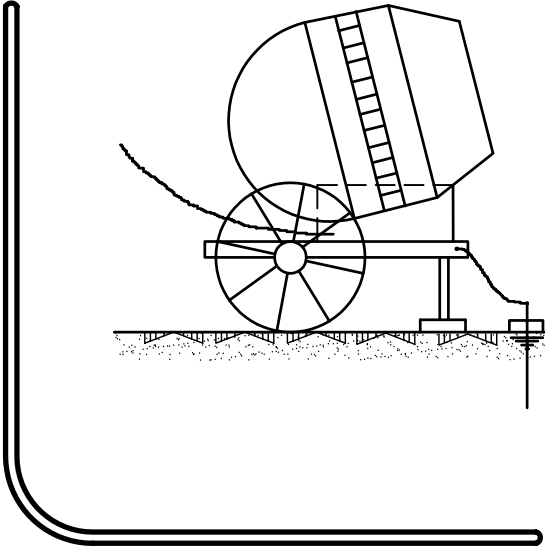
SI



NO



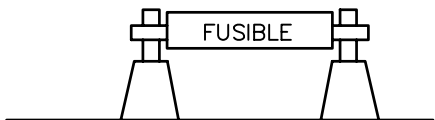
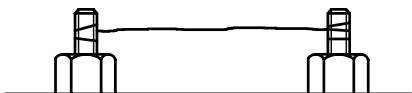
SI



ELECTRICIDAD

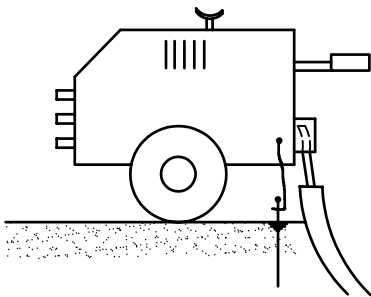
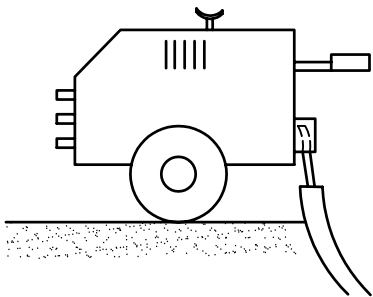
HOJA Nº

NO



SI

NO

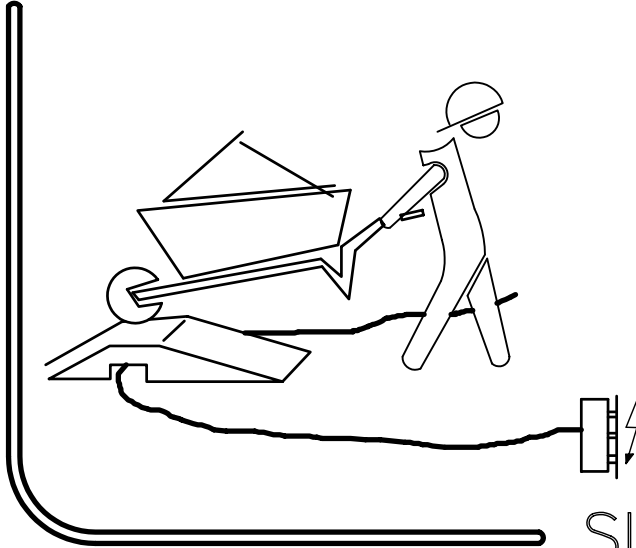


SI

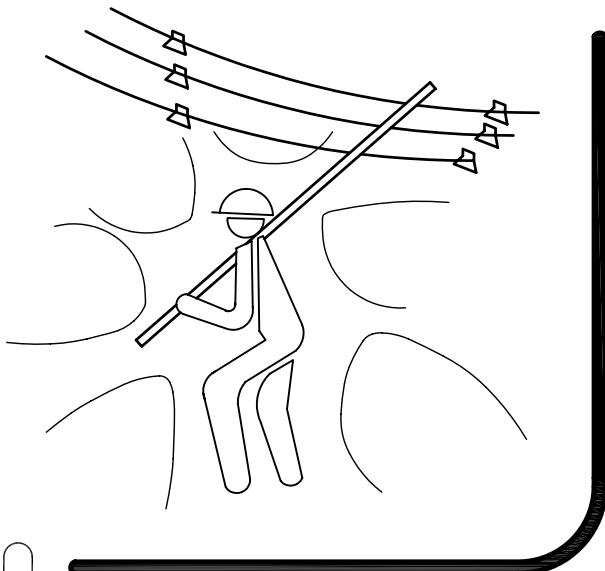
NO



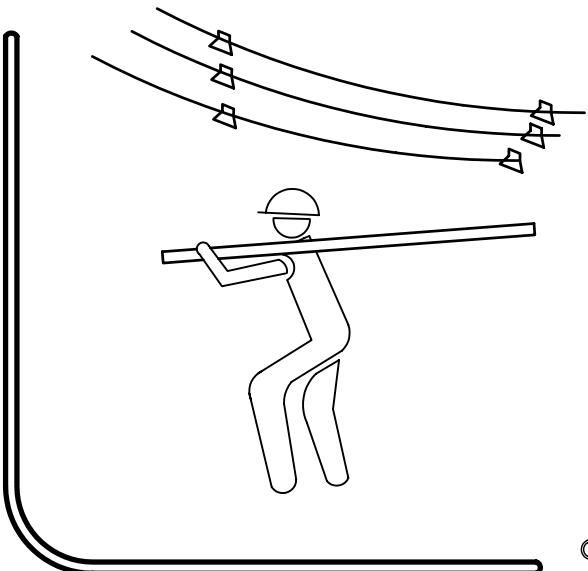
SI



NO



SI



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002593

JUAN PABLO PUERTOLAS RODRIGUEZ

SEÑALES DE PROHIBICION

HOJA 13

VISADO Nº.: VD01360-24A

DE FECHA 3/8/24

E-VISADO







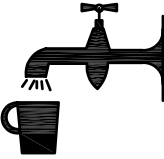



ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
NO CONECTAR SE ESTA TRABAJANDO	NO CONECTAR SE ESTA TRABAJANDO	NEGRO	ROJO	BLANCO	
NO MANIOBRAR TRABAJAMOS EN TENSION	NO MANIOBRAR TRABAJAMOS EN TENSION	NEGRO	ROJO	BLANCO	
NO CONECTAR	NO CONECTAR	NEGRO	ROJO	BLANCO	

SEÑALES DE PROHIBICION

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A ESTA OBRA			ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO A PERSONAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
ALTO NO PASAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO ACOMPAÑANTES EN CARRETILLA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO DEPOSITAR MATERIALES MANTENER LIBRE EL PASO		NEGRO	ROJO	BLANCO	

SEÑALES DE PROHIBICION

HOJA

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	


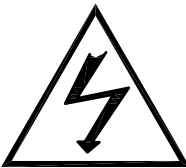
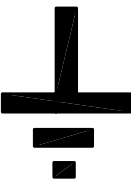
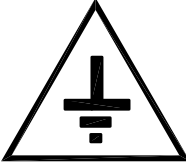
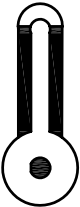
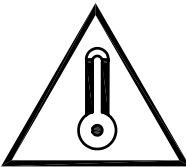
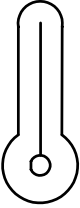
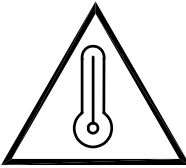
SEÑALES DE PROHIBICION

HOJA Nº

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
PROHIBIDO EL PASO A CARRETILLA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR SUELO NO SEGURO		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDA LA ENTRADA	PROHIBIDA LA ENTRADA	NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDA EL PASO	PROHIBIDO EL PASO	NEGRO	ROJO	BLANCO	

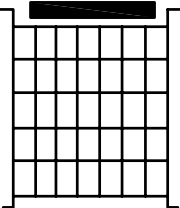





SEÑALES DE PELIGRO

HOJA

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
RIESGO ELECTRICO		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
TUBERIAS PUESTAS		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	





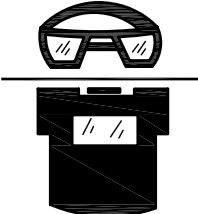



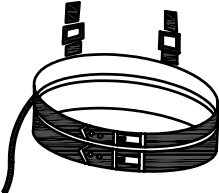

SEÑALES DE OBLIGACION

HOJA

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
USO DE PROTECTOR FIJO		BLANCO	BLANCO	AZUL	
EMPUJAR NO ARRASTRAR		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	BLANCO	AZUL	



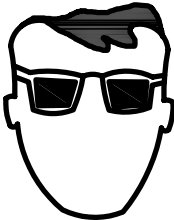

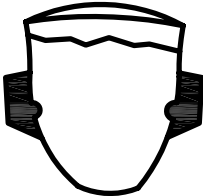

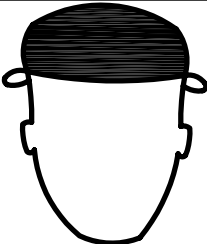



SEÑALES DE OBLIGACION

HOJA

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
OBLIGACION LAVARSE LAS MANOS		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO DE PANTALLA		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO DE GAFAS O PANTALLA		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO CALZADO ANTIESTATICO		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO CINTURON DE SEGURIDAD		BLANCO	BLANCO	AZUL	



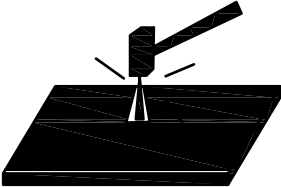







SEÑALES DE OBLIGACION


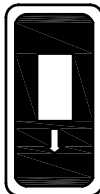
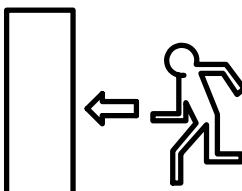

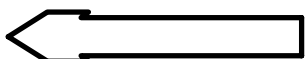

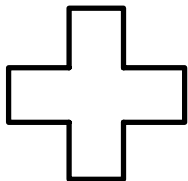




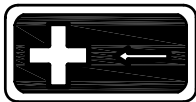
HOJA

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
USO GUANTES		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO GAFAS		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO PROTECTORES AUDITIVOS		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO CASCO		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO MASCARILLA		BLANCO	BLANCO	AZUL	

SEÑALES DE INFORMACION

HOJA

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
USO CINTURON DE SEGURIDAD		BLANCO	BLANCO	AZUL	
ELIMINAR PUNTAS		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO BOTAS ELECTRICAS		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO BOTAS		BLANCO	BLANCO	AZUL	
USO GUANTES ELECTRICOS		BLANCO	BLANCO	AZUL	





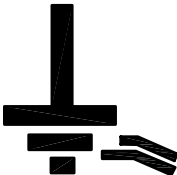
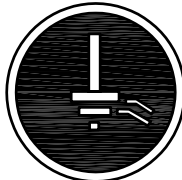



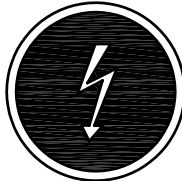
		<div>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</div> <div>Nº.Colegiado.: 0002593</div> <div>JUAN PABLO PUERTOLAS RODRIGUEZ</div>			HOJA N° 32		<div>VISADO Nº. : VD01360-24A</div> <div>DE FECHA: 8/4/24</div> <div>E-VISADO</div>
SEÑALES DE INFORMACION							
ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA		
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO			
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	BLANCO	VERDE			
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	BLANCO	VERDE			
DIRECCION DE SOCORRO		BLANCO	BLANCO	VERDE			
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	BLANCO	VERDE			
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	BLANCO	VERDE			
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	BLANCO	VERDE			

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

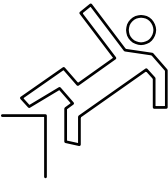



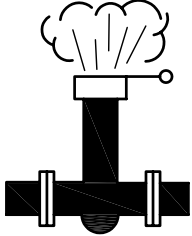
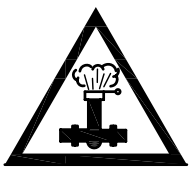


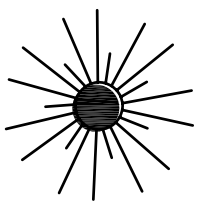
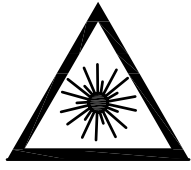
SEÑALES IMPERATIVAS DE PELIGRO

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
RIESGO DE INCENDIO		BLANCO	BLANCO	ROJO	
RIESGO DE RADIACION		BLANCO	BLANCO	ROJO	
RIESGO DE INTOXICACION		BLANCO	BLANCO	ROJO	
RIESGO DE EXPLOSION		BLANCO	BLANCO	ROJO	
RIESGO ELECTRICO		BLANCO	BLANCO	ROJO	

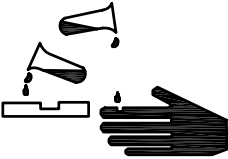

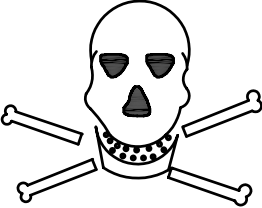



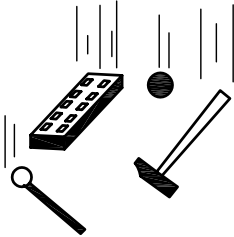
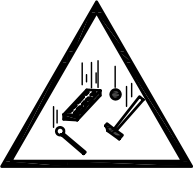
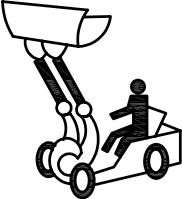

SEÑALES IMPERATIVAS DE PELIGRO

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
RIESGO ELECTRICO		BLANCO	BLANCO	ROJO	
RIESGO ELECTRICO		BLANCO	BLANCO	ROJO	
TIERRAS PUESTAS		BLANCO	BLANCO	ROJO	
RIESGO DE CORROSION		BLANCO	BLANCO	ROJO	
RIESGO ELECTRICO		BLANCO	BLANCO	ROJO	






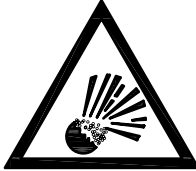
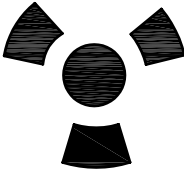



SEÑALES DE PELIGRO

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
CAIDAS A DISTINTO NIVEL		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
CAIDAS A MISMO NIVEL		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
ALTA PRESION		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
PASO DE CARRETILLAS		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	

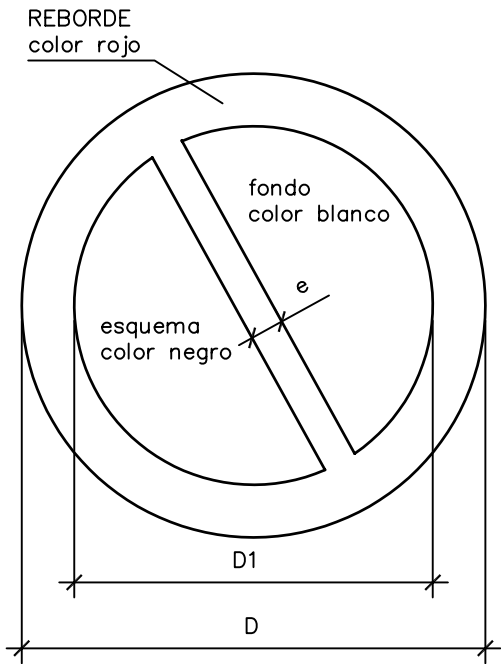
SEÑALES DE PELIGRO

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
RIESGO CORROSION		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
RIESGO INTOXICACION		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
DESPRENDIMIENTOS		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
CAIDA DE OBJETOS		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
MAQUINA PESADA EN MOVIMIENTO		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	

SEÑALES DE PELIGRO

ESQUEMA SEÑAL			COLORES		SEÑAL ESTABLECIDA
SIGNIFICADO	DIBUJO	COLOR	REBORDE	FONDO	
PELIGRO INDETERMINADO		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
RIESGO DE EXPLOSION MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	NEGRO	AMARILLO	

SEÑALES DE PROHIBICION



DIMENSIONES EN mm.		
D	D1	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8



AGUA NO POTABLE



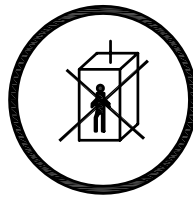
PROHIBIDO APAGAR
CON AGUA



PROHIBIDO ENCENDER
FUEGO



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO A
PERSONAS



PROHIBIDO EL PASO
A TODOS LOS PEATONES



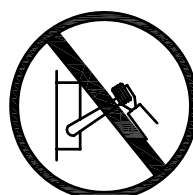
PROHIBIDA LA ENTRADA



PROHIBIDO EL PASO
A TODA PERSONA
AJENA A ESTA OBRA



PROHIBIDO EL PASO



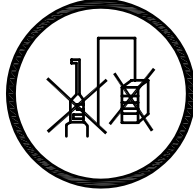
PROHIBIDO ACCIONAR



ALTO NO PASAR



PROHIBIDO ACOMPAÑANTES EN
CARRETILLA



PROHIBIDO DEPOSITAR
MATERIALES MANTENER
LIBRE EL PASO



PROHIBIDO EL PASO
A CARRETILLA



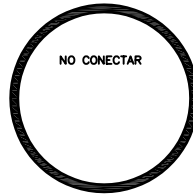
PROHIBIDO PASAR
SUELO NO SEGURO



NO CONECTAR
SE ESTA TRABAJANDO

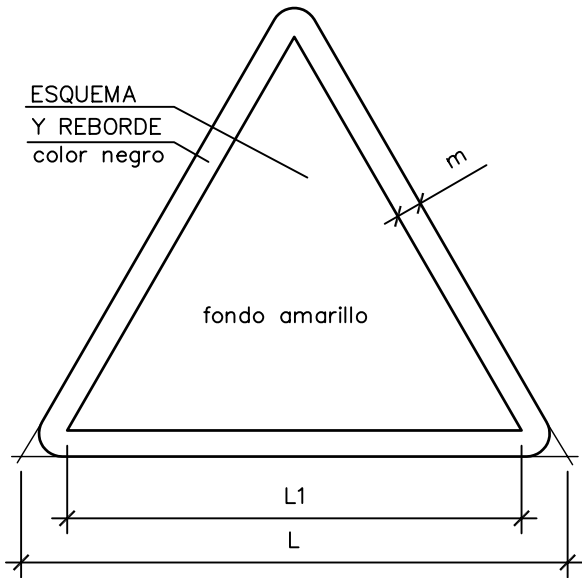


NO MANIOBRAR
TRABAJOS EN TENSION



NO CONECTAR

SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



DIMENSIONES EN mm.		
L	L1	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5



RIESGO DE INCENDIO



RIESGO DE EXPLOSION



RIESGO DE RADIACION



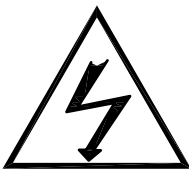
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS



RIESGO INTOXICACION



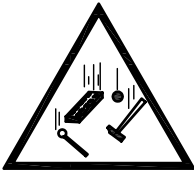
RIESGO CORROSION



RIESGO ELECTRICO



PELIGRO INDETERMINADO



CAIDA DE OBJETOS



DESPRENDIMIENTOS



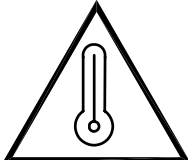
MAQUINA PESADA EN MOVIMIENTO



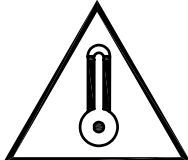
CAIDAS A DISTINTO NIVEL



CAIDAS A MISMO NIVEL



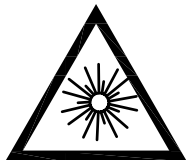
ALTA TEMPERATURA



BAJA TEMPERATURA



ALTA PRESION



RADIACIONES LASER

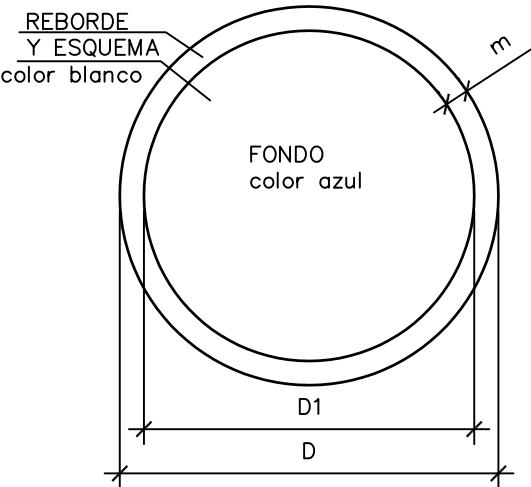


PASO DE CARRETTILLAS



TUBERIAS PUESTAS

SEÑALES DE OBLIGACION



DIMENSIONES EN mm.		
D	D1	m
594	534	30
420	378	21
297	257	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



USO
MASCARILLA



USO
CASCO



USO PROTECTORES
AUDITIVOS



USO
GAFAS



USO
GUANTES



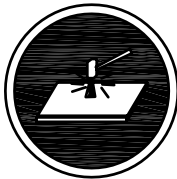
USO GUANTES
ELECTRICOS



USO
BOTAS



USO BOTAS
ELECTRICAS



ELIMINAR
PUNTAS



USO CINTURON
DE SEGURIDAD



USO CINTURON
DE SEGURIDAD



USO CALZADO
ANTIESTATICO



USO DE GAFAS
O PANTALLA



USO DE
PANTALLA



OBLIGACION
LAVARSE LAS MANOS



USO DE PROTECTOR
AJUSTABLE

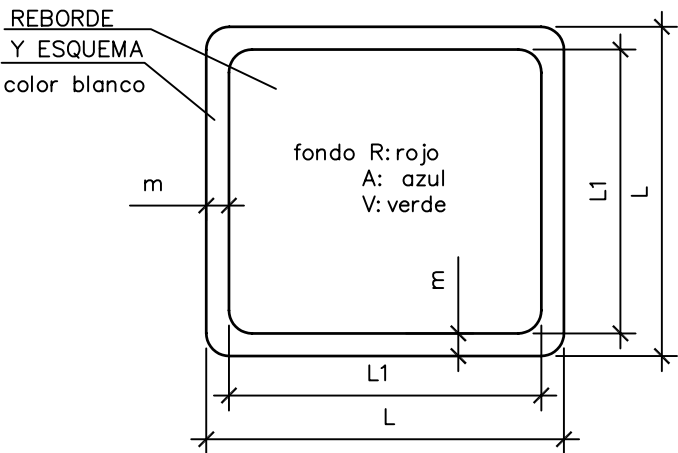


EMPUJAR
NO ARRASTRAR

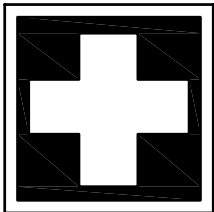


USO DE PROTECTOR
FIJO

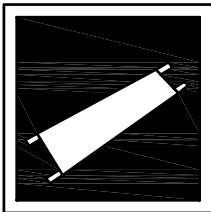
SEÑALES SALVAMENTO VIAS DE EVACUACION EQUIPOS DE EXTINCION



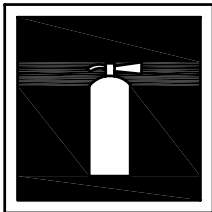
DIMENSIONES EN mm.		
L	L1	m
594	534	30
420	378	21
297	257	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



V
EQUIPOS PRIMEROS AUXILIOS



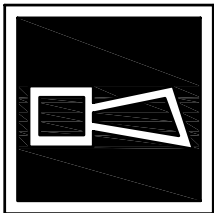
V
CAMILLA DE SOCORRO



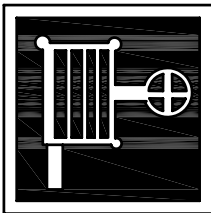
R
EXTINTOR



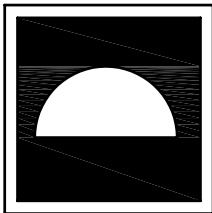
R
TELEFONO A UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA



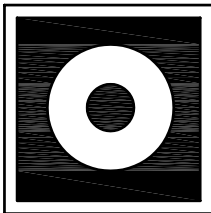
R
AVISADOR SONORO



R
BOCA DE INCENDIO



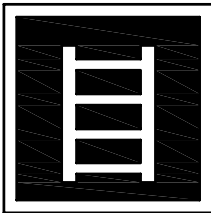
R
MATERIAL CONTRA INCENDIO



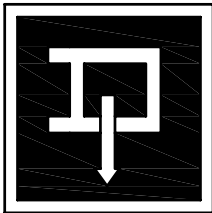
R
PULSADOR DE ALARMA



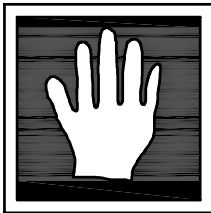
R
CUBO PARA USO EN CASO DE INCENDIO



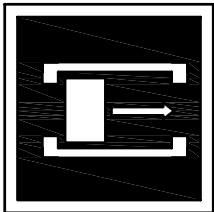
R
ESCALERA DE INCENDIO



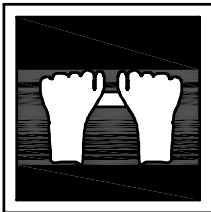
A
INDICADOR DE PUERTA DE SALIDA NORMAL



V
SALIDA DE SOCORRO EMPUJAR PARA ABRIR



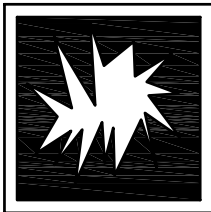
V
SALIDA DE SOCORRO DESLIZAR PARA ABRIR



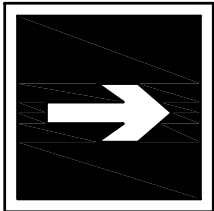
V
SALIDA DE SOCORRO PRESIONAR LA BARRA PARA ABRIR



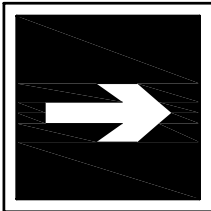
V
SALIDA A UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA



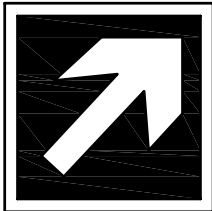
V
ROMPER PARA PASAR



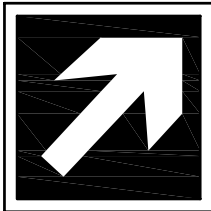
V
VIAS DE EVACUACION



R
LOCALIZACION EQUIPOS CONTRA INCENDIOS



V
VIAS DE EVACUACION



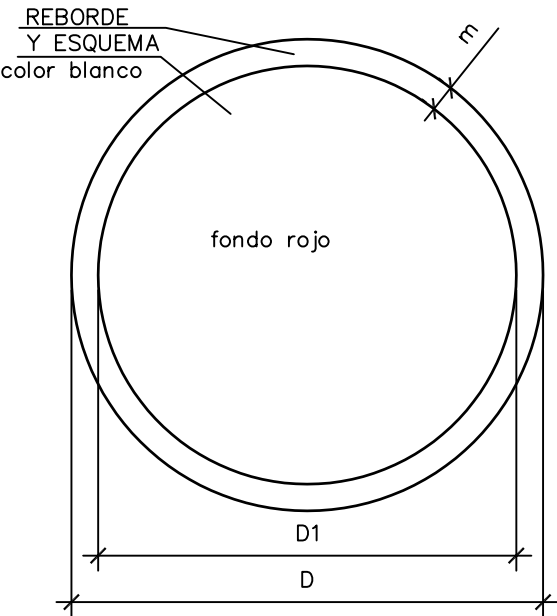
R
LOCALIZACION EQUIPOS CONTRA INCENDIOS



V
LAVA OJOS

SEÑALES PRESCRIPCION

IMPERATIVAS Y DE PELIGRO



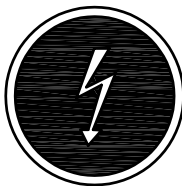
DIMENSIONES EN mm.		
D	D1	m
594	534	30
420	378	21
297	257	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



RIESGO ELECTRICO



RIESGO ELECTRICO



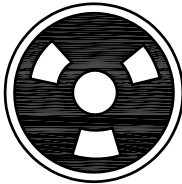
RIESGO ELECTRICO



RIESGO DE EXPLOSION



RIESGO DE INTOXICACION



RIESGO DE RADIACION



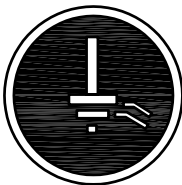
RIESGO DE INCENDIO



RIESGO ELECTRICO



RIESGO DE CORROSION



TIERRAS PUESTAS

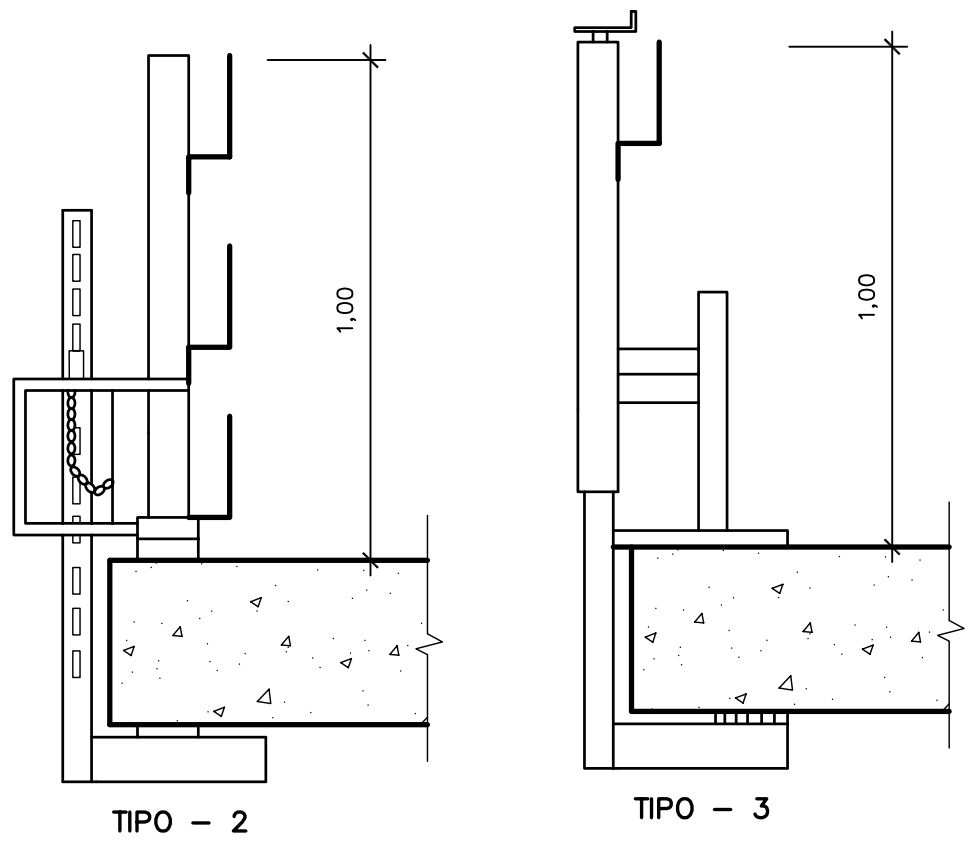
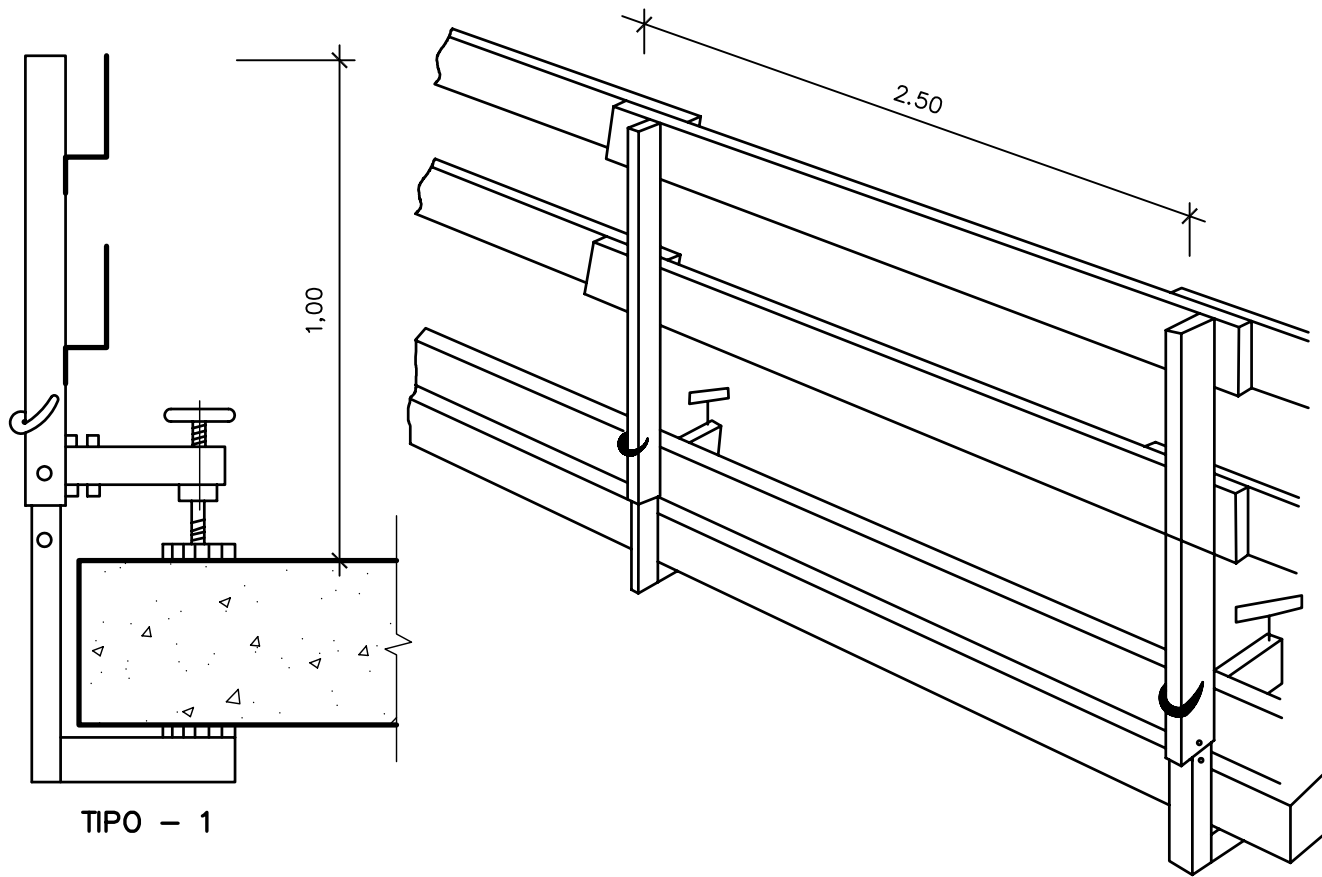


RIESGO ELECTRICO

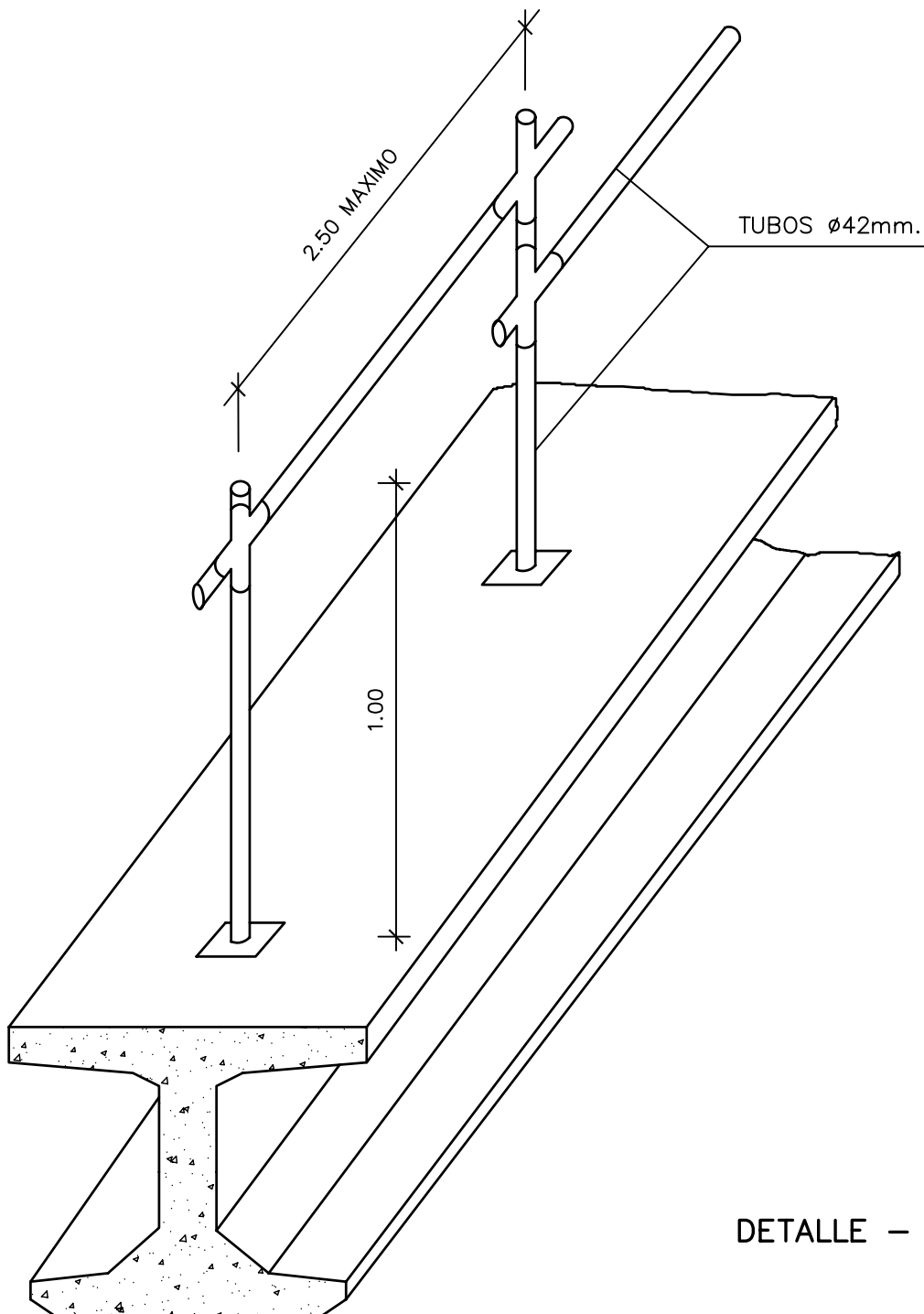


RIESGO ELECTRICO

BARANDILLA CON SOPORTE TIPO "SARGENTO"

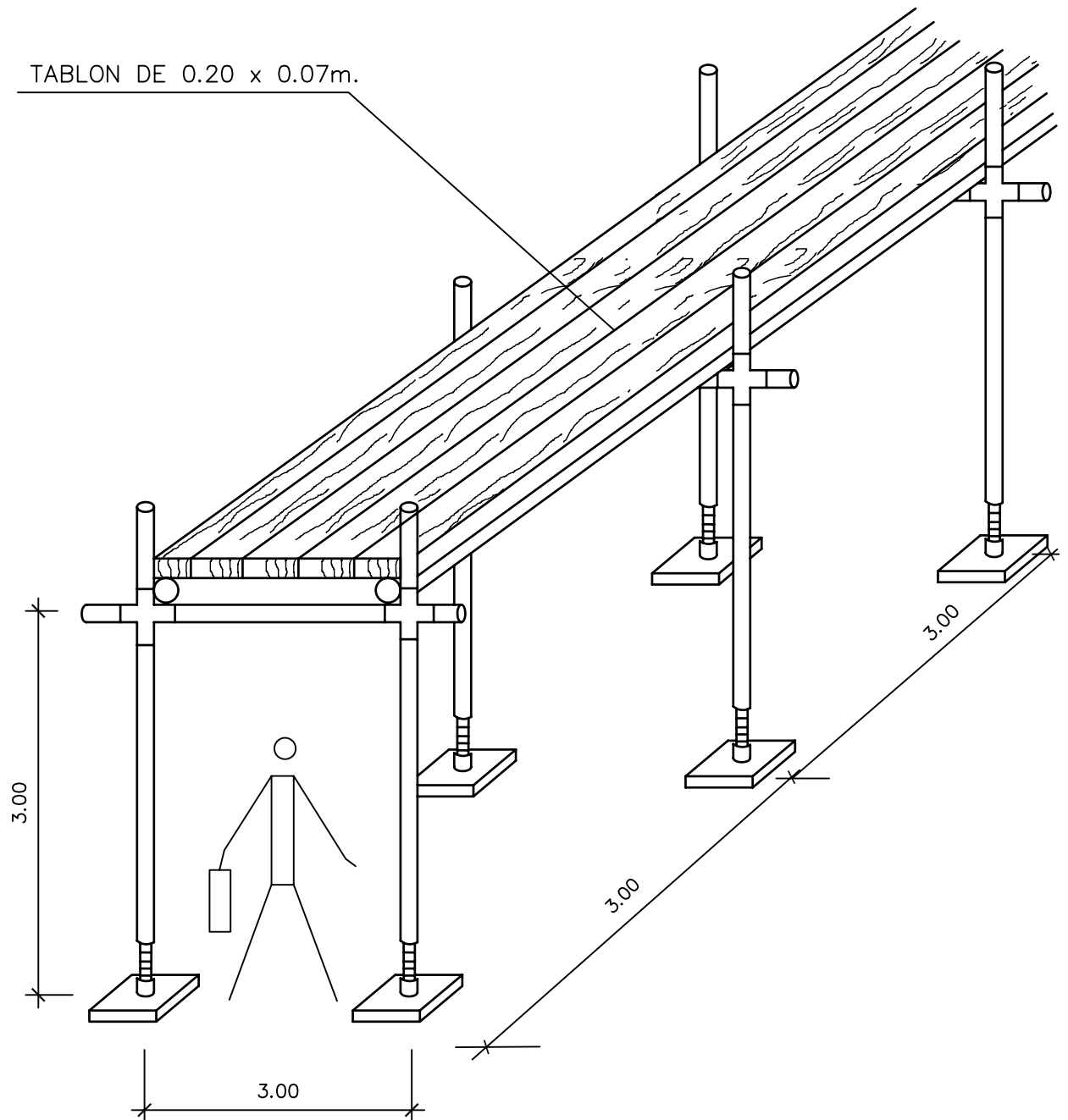


LINEA DE ANCLAJE DE CINTURONES DE
SEGURIDAD PARA TRABAJAR
SOBRE VIGAS DE PUENTES

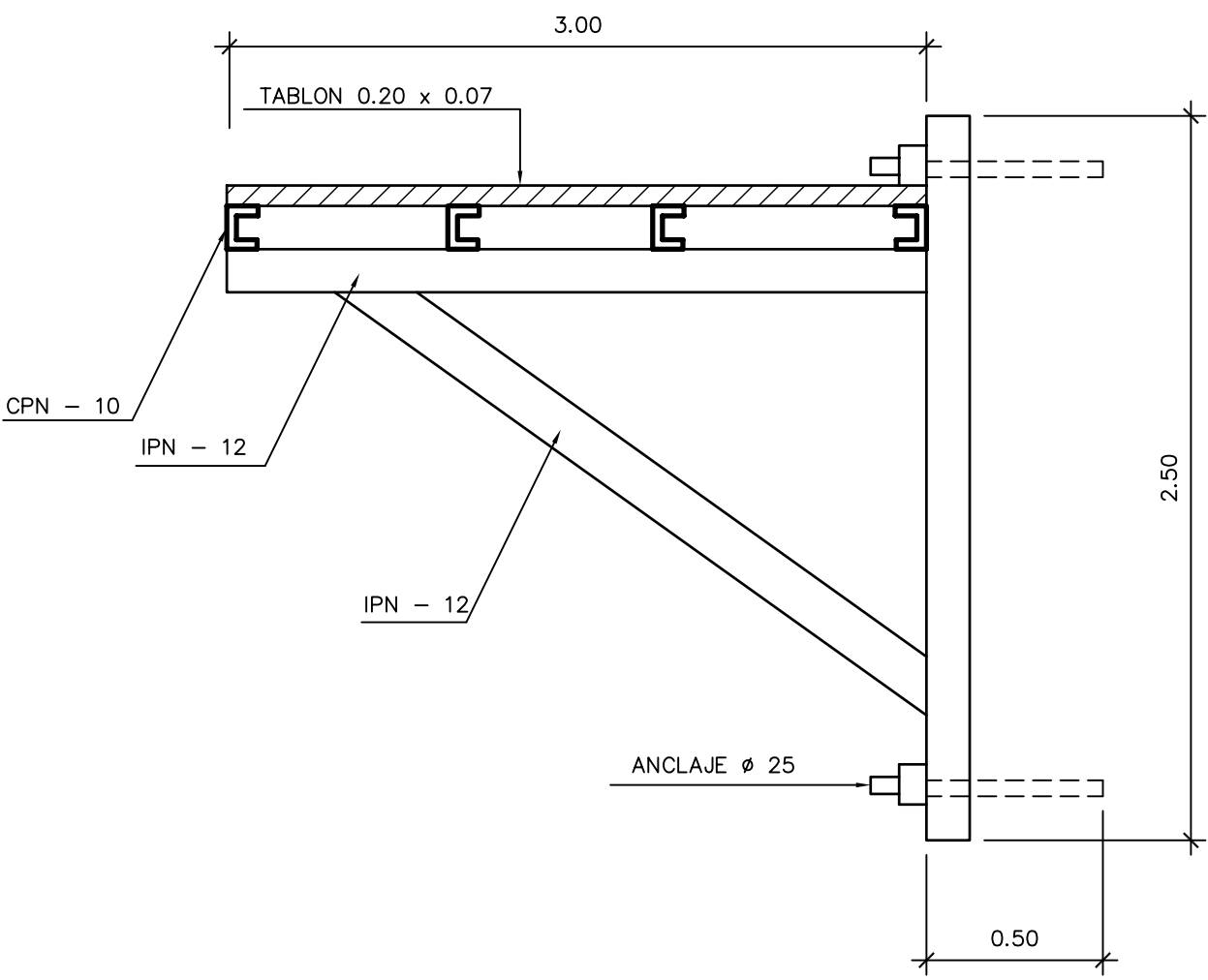


DETALLE - 1

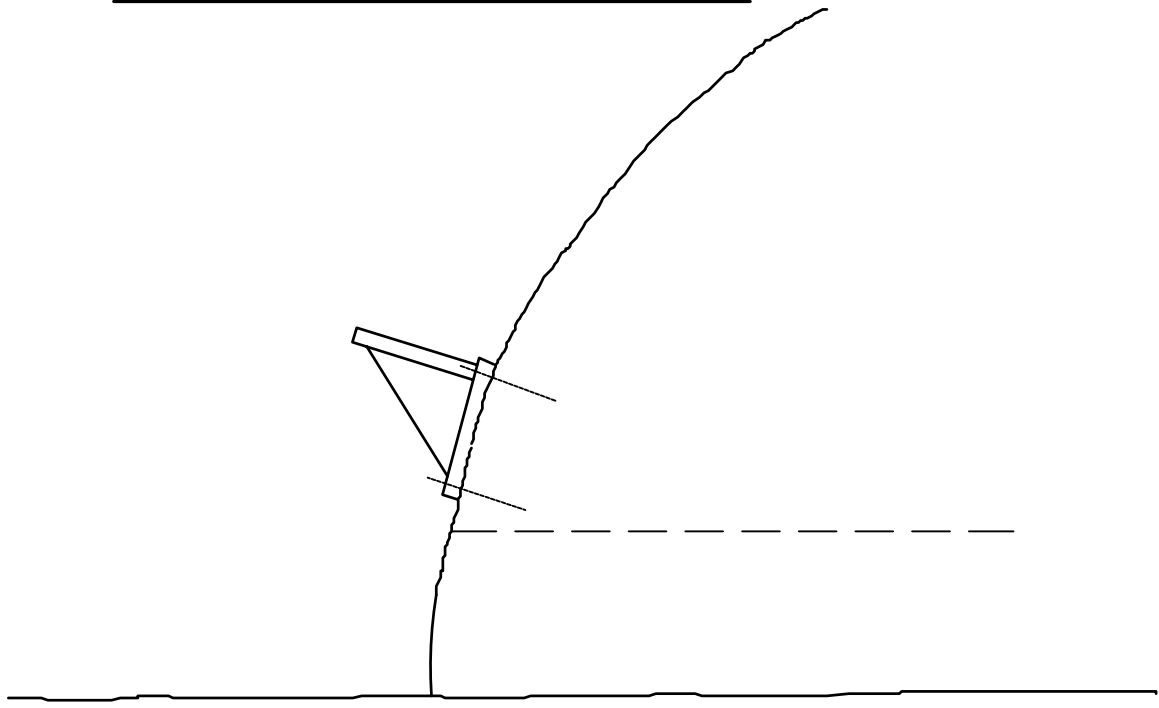
PASILLO DE SEGURIDAD



TUNEL, MARQUESINA
PROTECCION EMBOQUILLADO

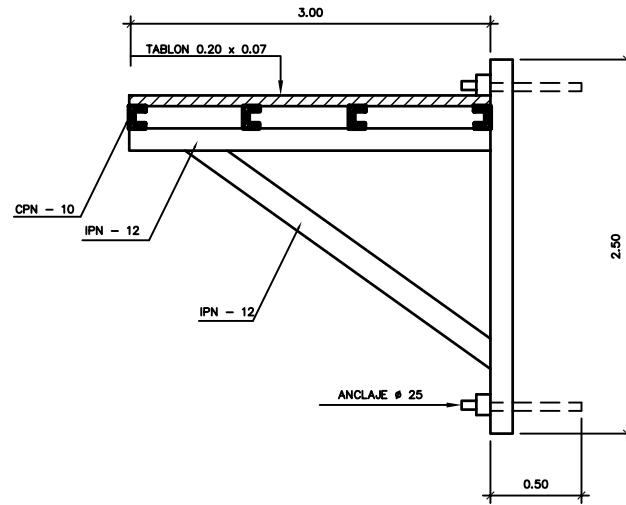


SOPORTE MARQUESINA EMBOQUILLADO

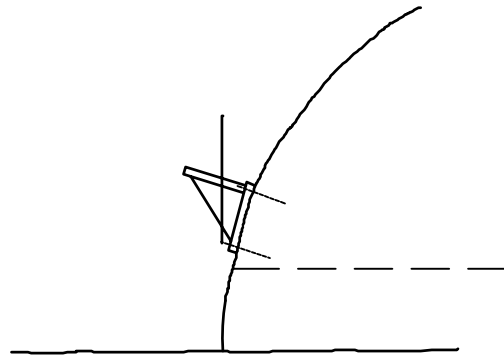


SECCION ESQUEMATICA

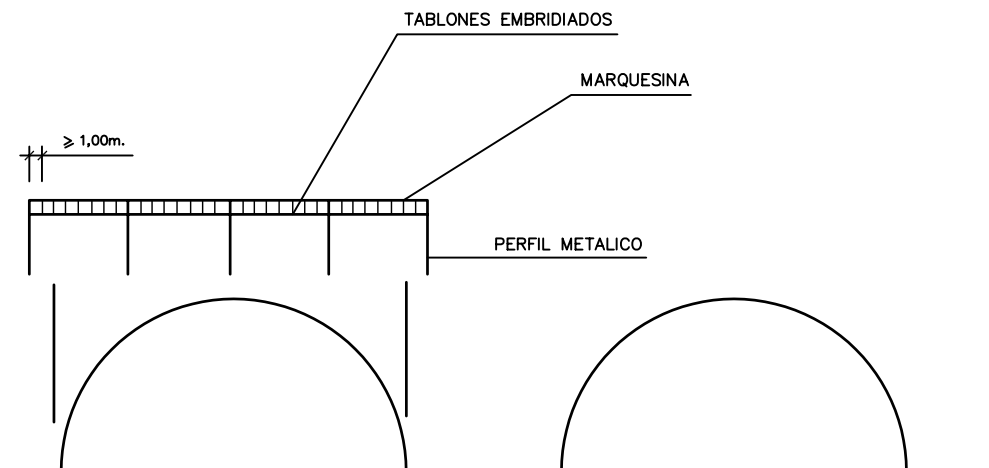
TUNEL, MARQUESINA PROTECCION EMBOQUILLADO



SOPORTE MARQUESINA EMBOQUILLADO



SECCION ESQUEMATICA

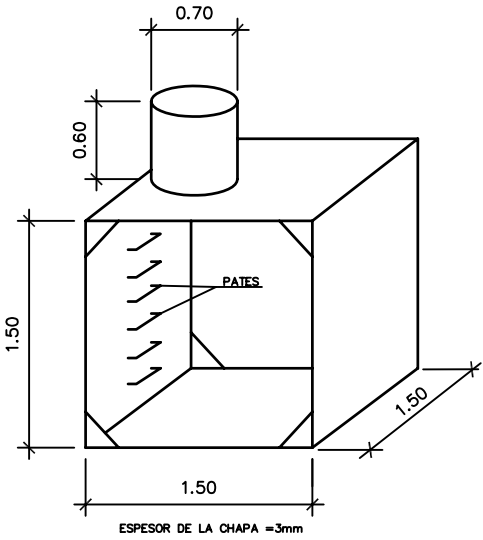


PLANTA PROTECCION EMBOQUILLADO

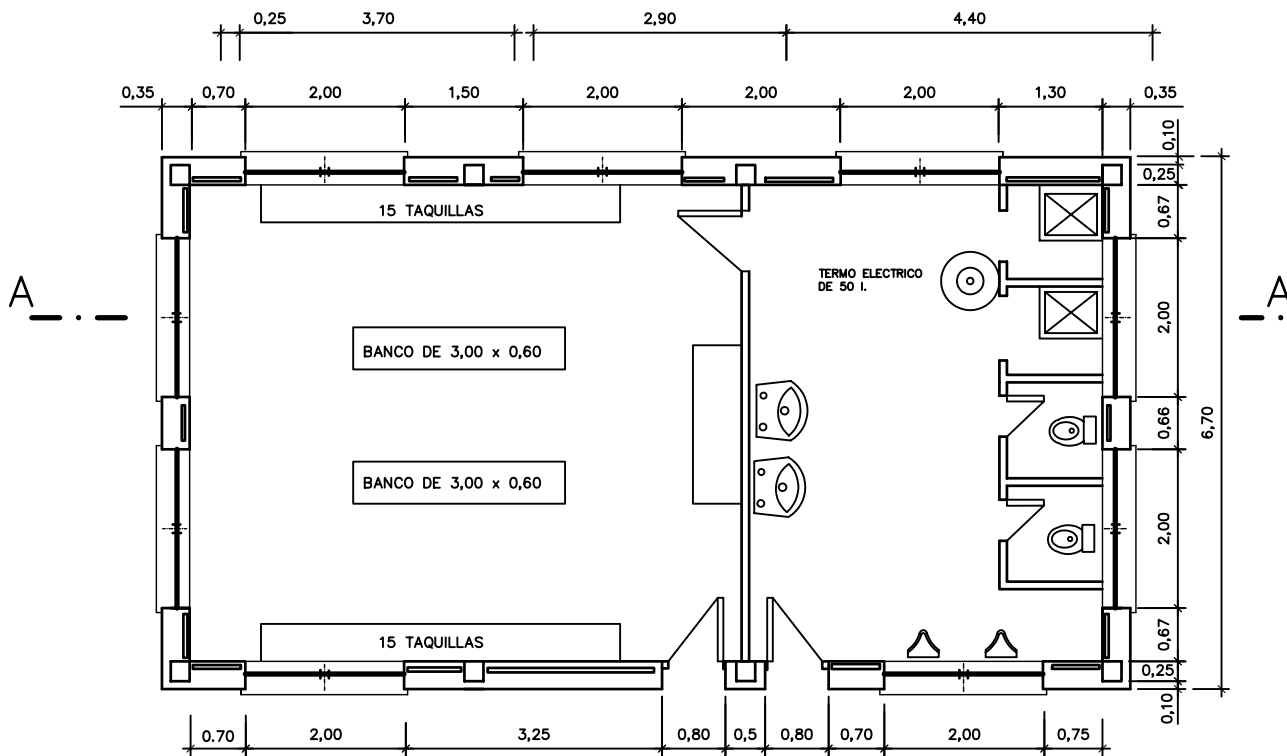
JAULA DE PROTECCION

HOJA N° 68
Nº Proyecto: VD01360-24A
DE FECHA : 8/4/24

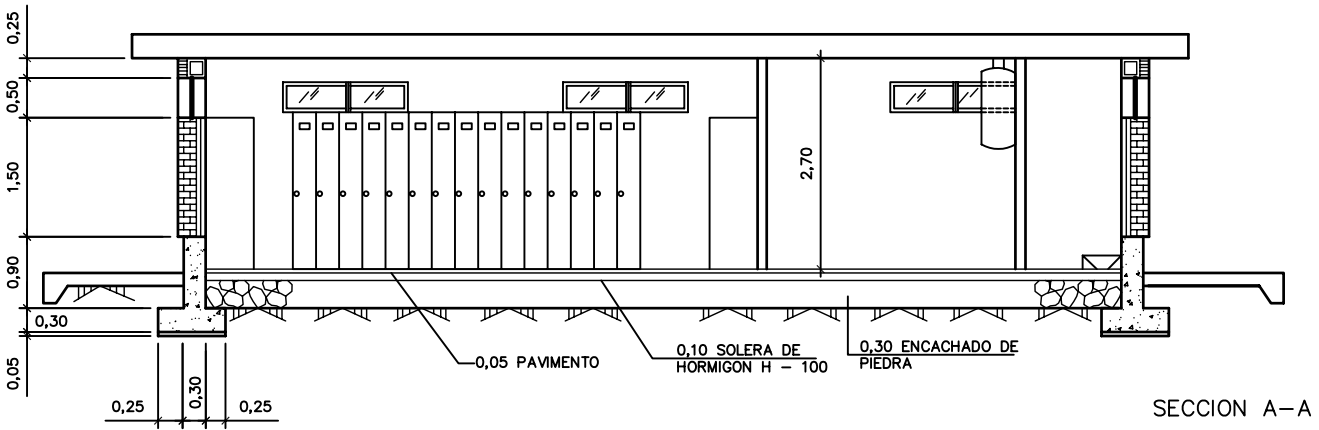
E-VISADO



VESTUARIOS

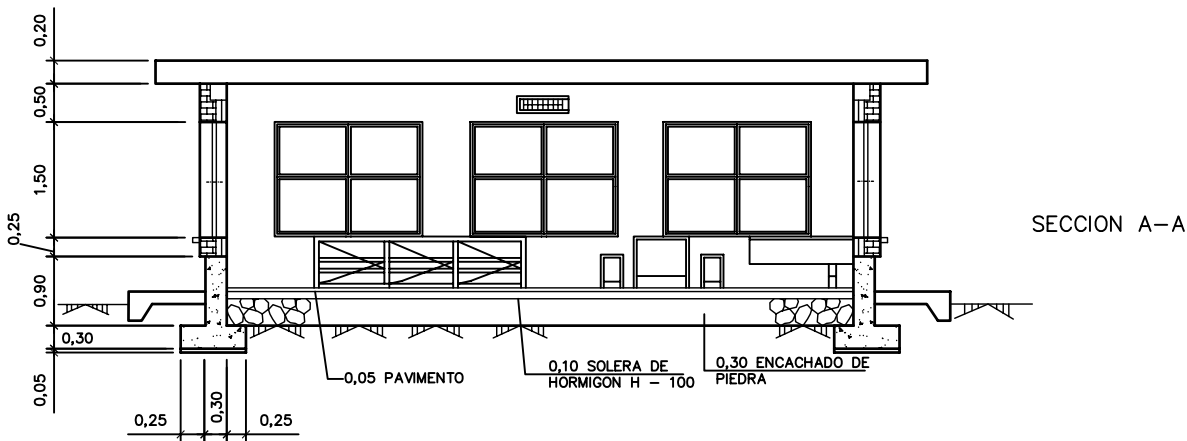
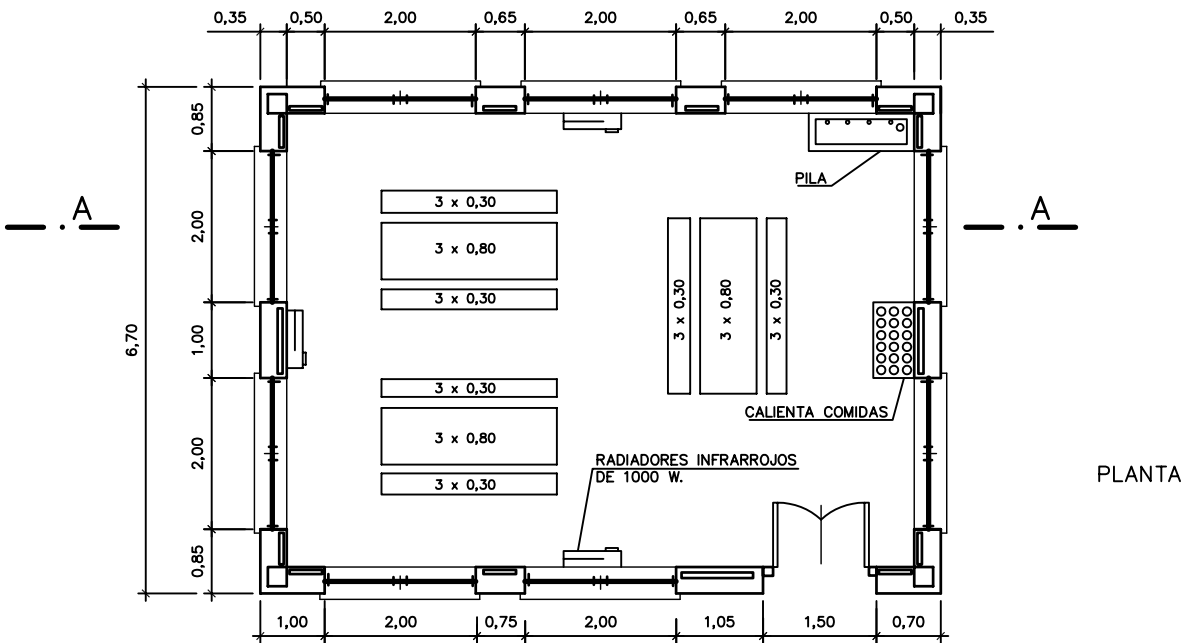


PLANTA

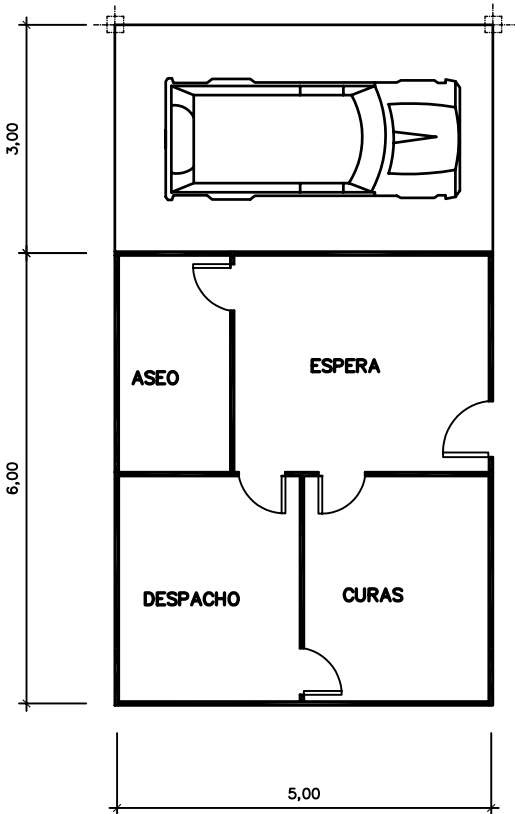


SECCION A-A

COMEDOR



BOTIQUIN



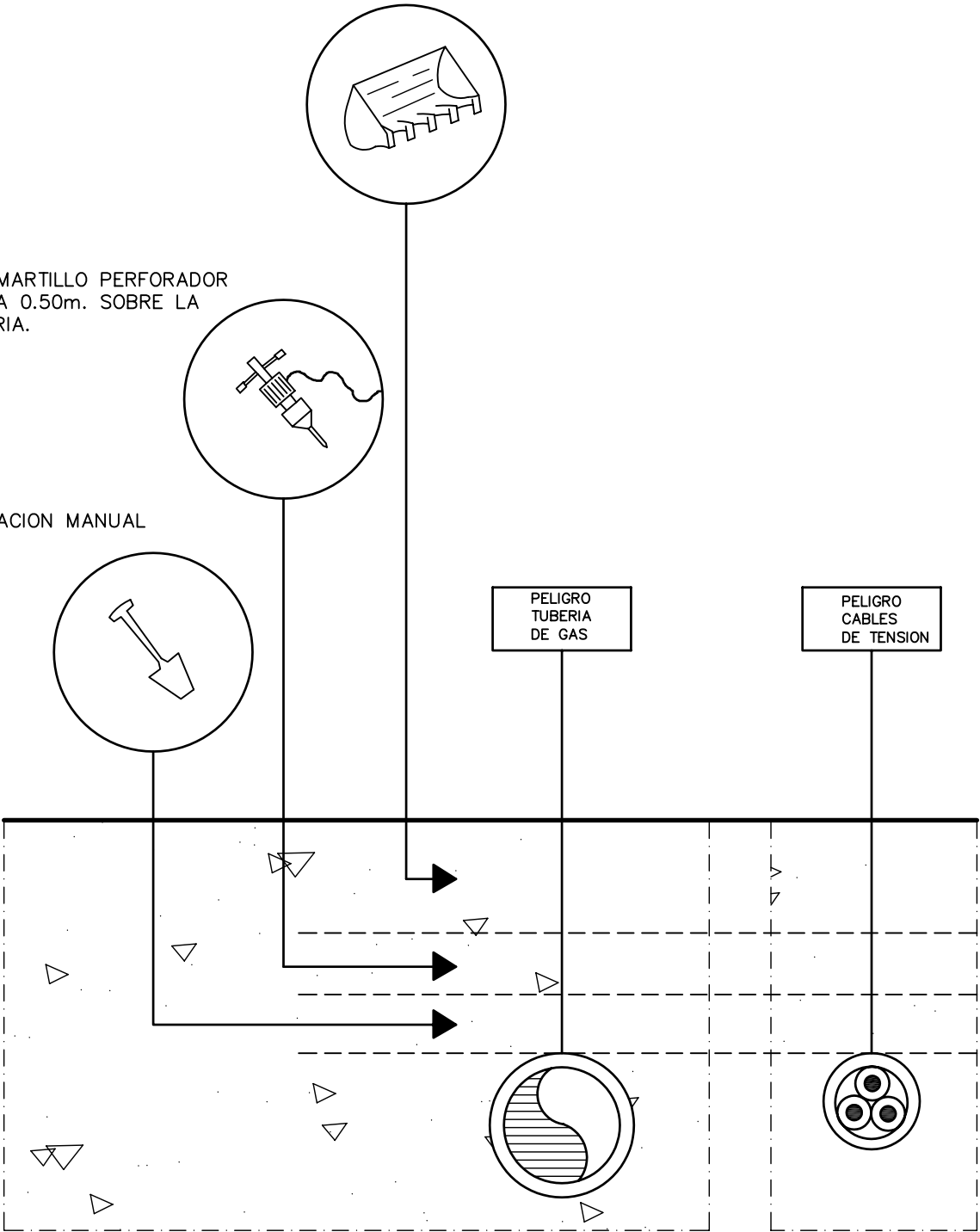
PLANTA

DISTANCIAS MAXIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDABLES
EN TRABAJOS DE EXCAVACION
DE GAS Y ELECTRICIDAD

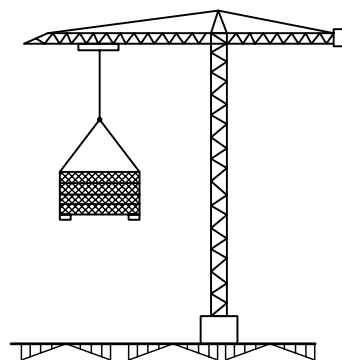
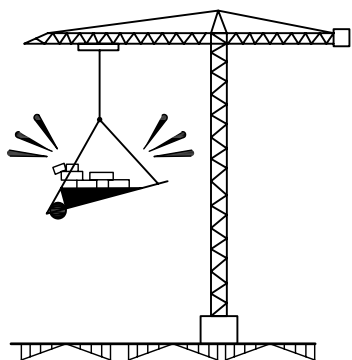
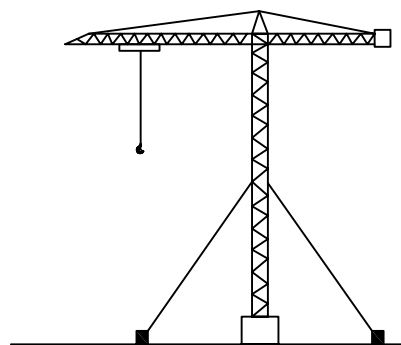
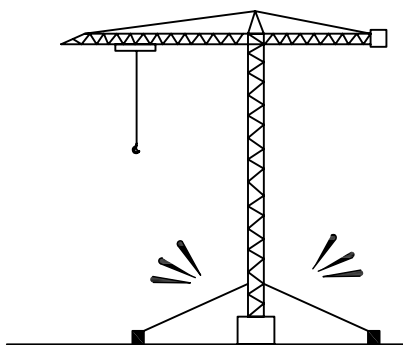
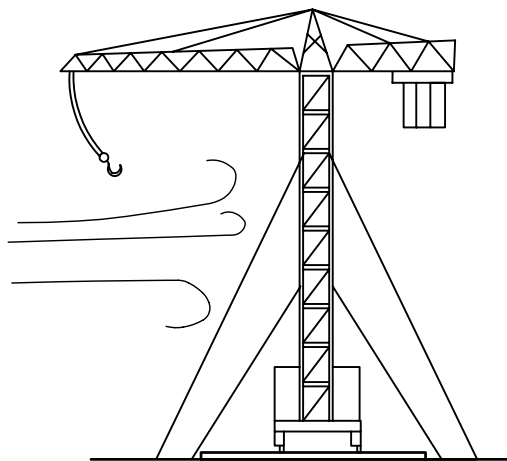
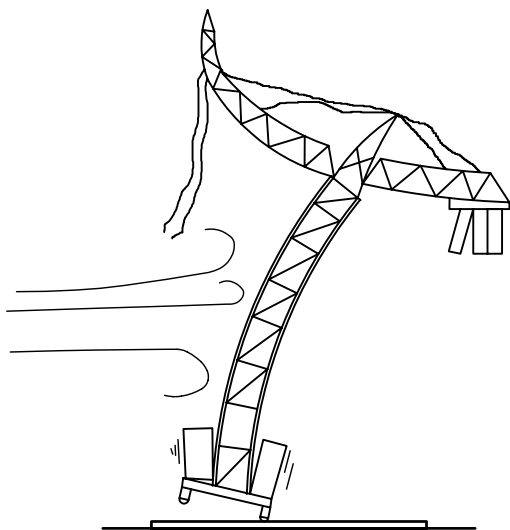
EXCAVACION CON MAQUINA HASTA
LLEGAR A 1 m. SOBRE LA TUBERIA.

CON MARTILLO PERFORADOR
HASTA 0.50m. SOBRE LA
TUBERIA.

EXCAVACION MANUAL



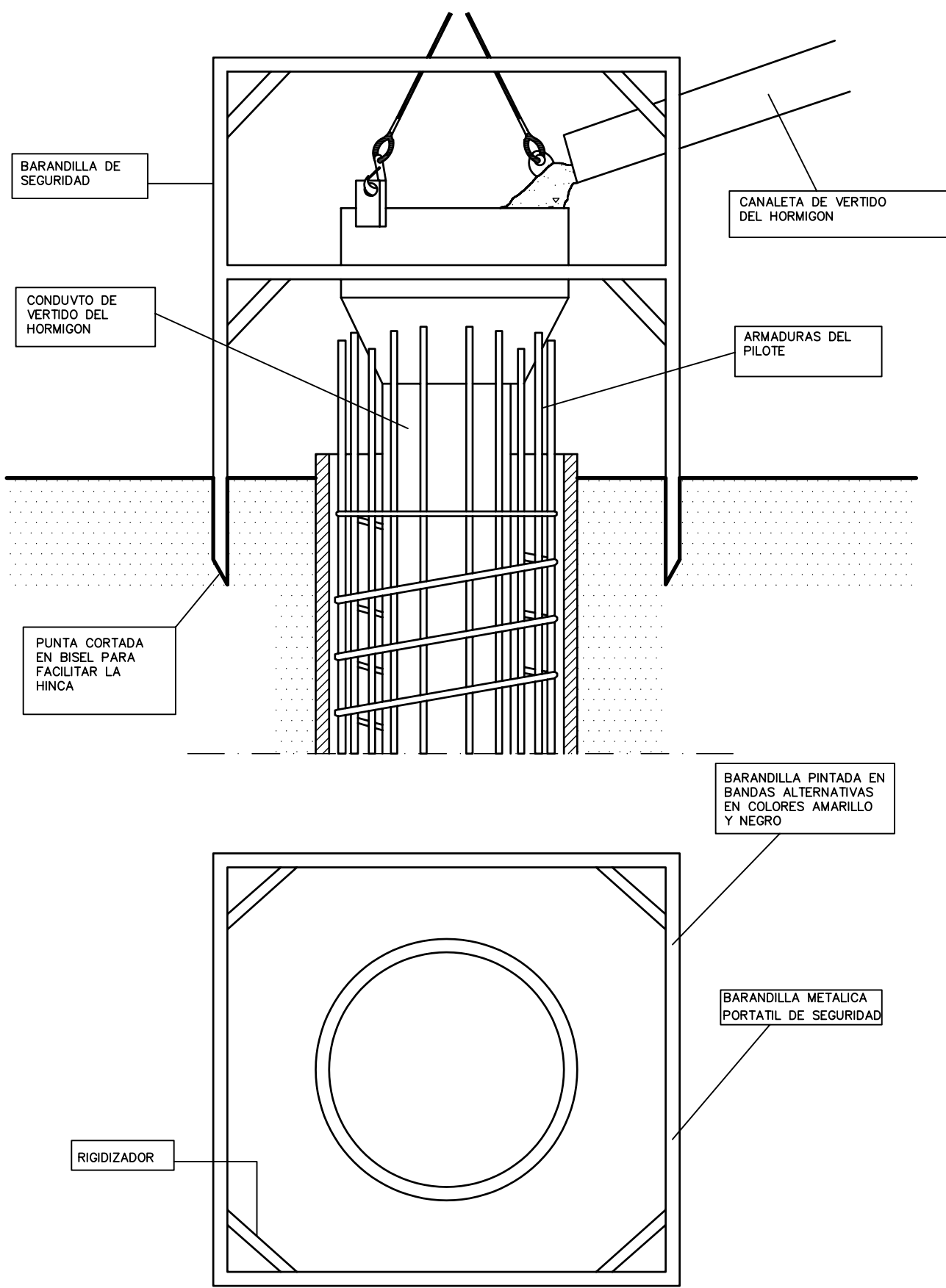
GRUAS TORRE



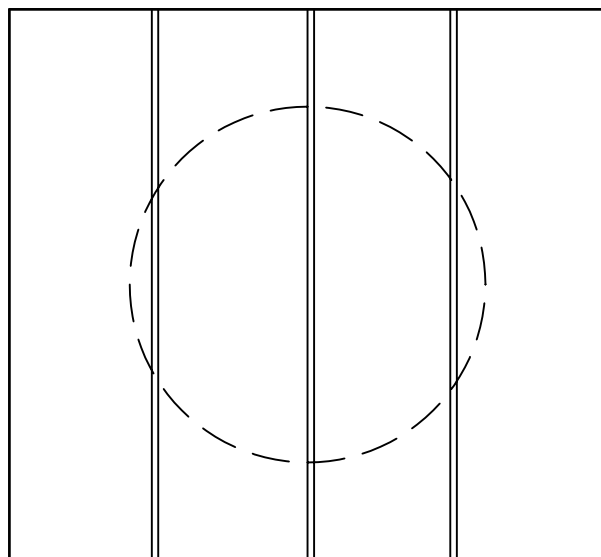
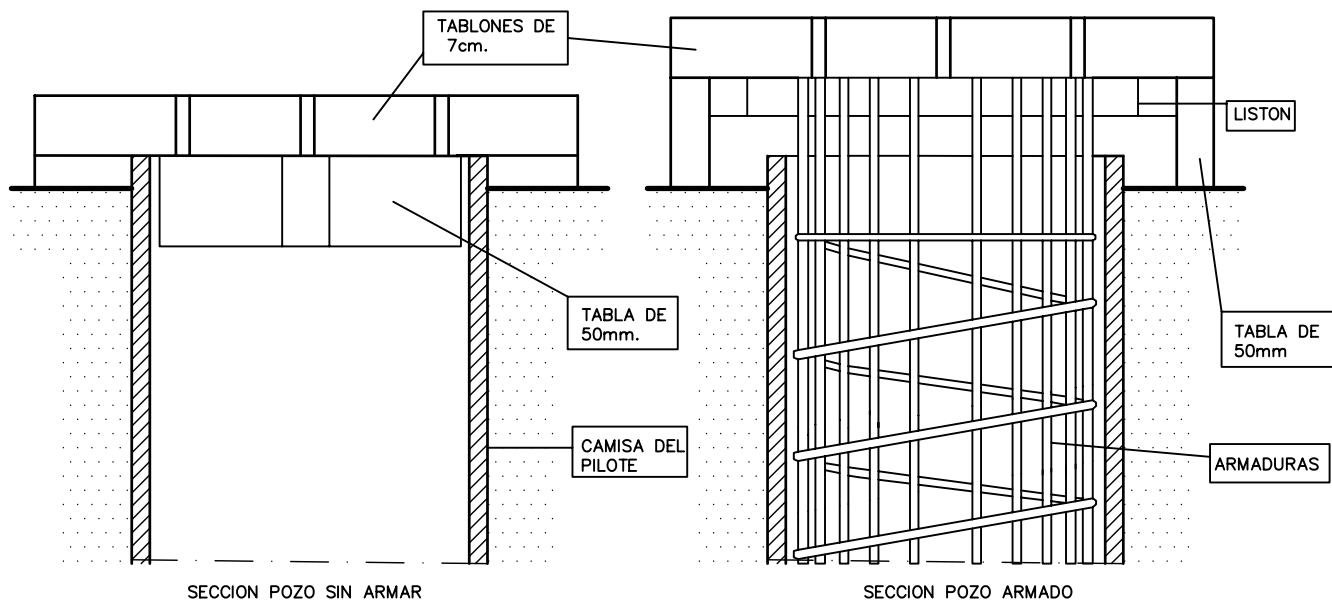
NO

SI

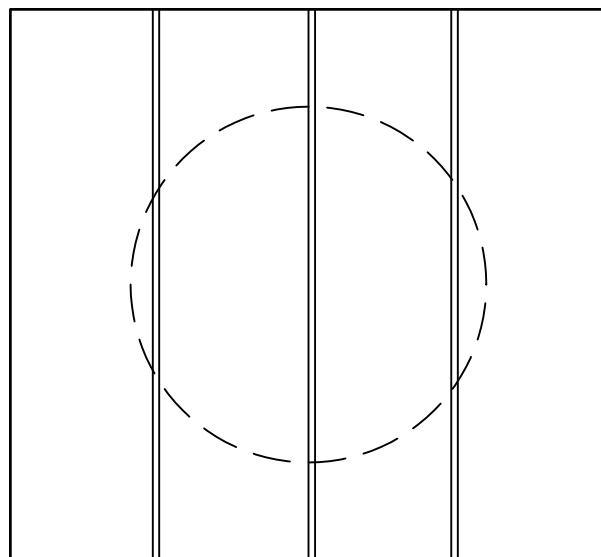
VERTIDO DEL HORMIGON EN LOS PIOTES,
PROTEGIDOS LOS POZOS CON BARANDILLAS
DE SEGURIDAD



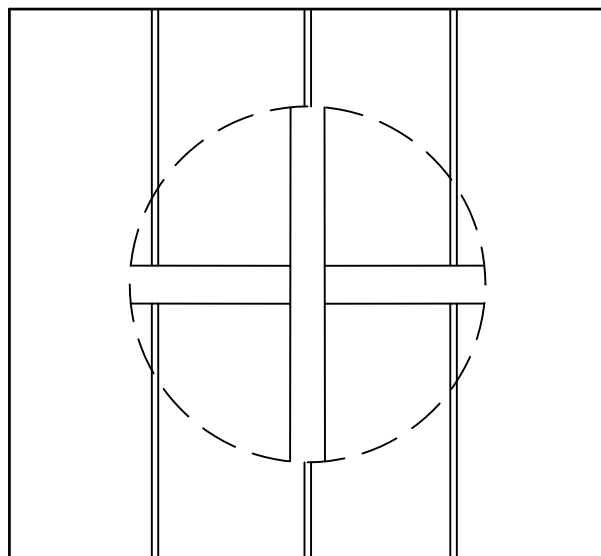
CUBRICON DE SEGURIDAD
PARA POZOS DE PILOTAJE



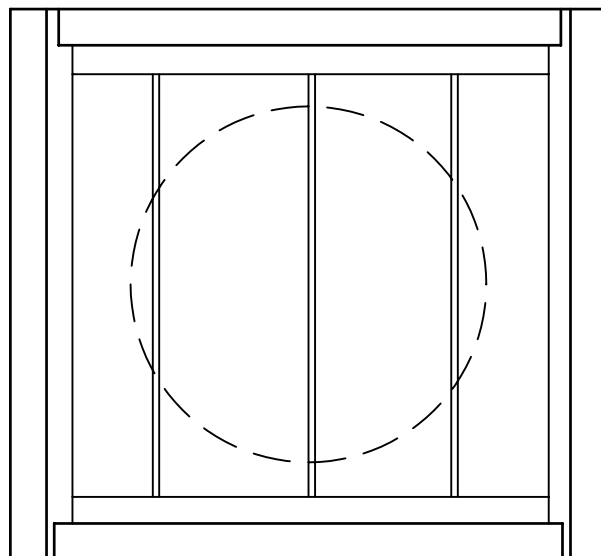
CARA SUPERIOR



CARA SUPERIOR

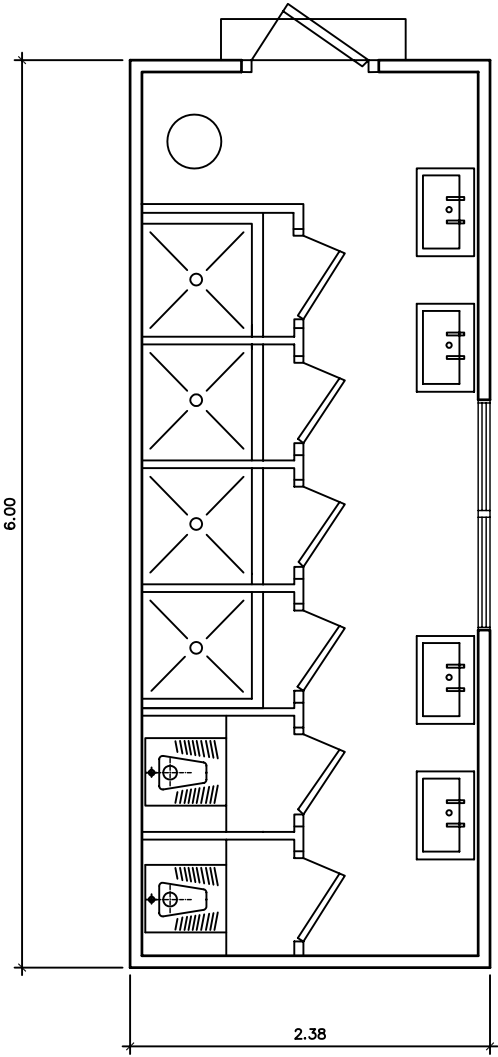


CARA INFERIOR



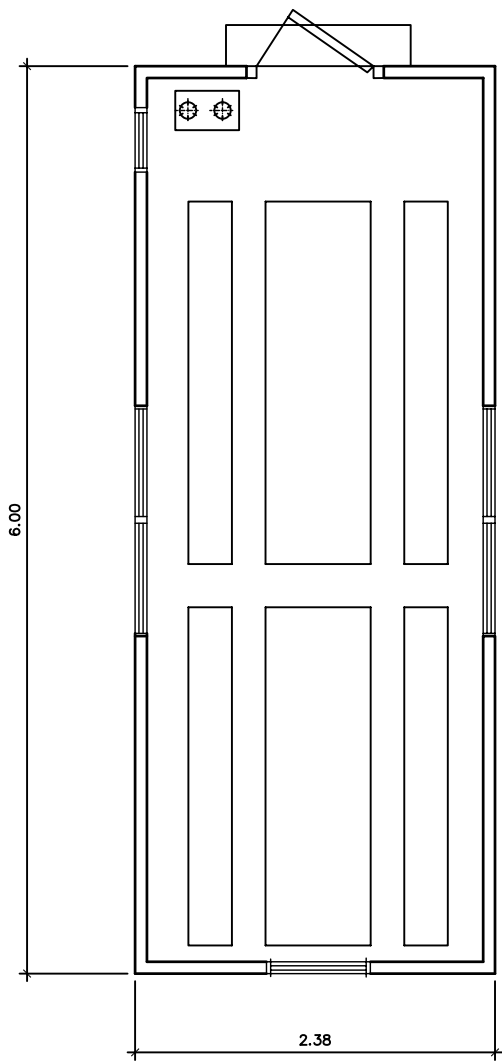
CARA INFERIOR

VAGON DE ASEOS



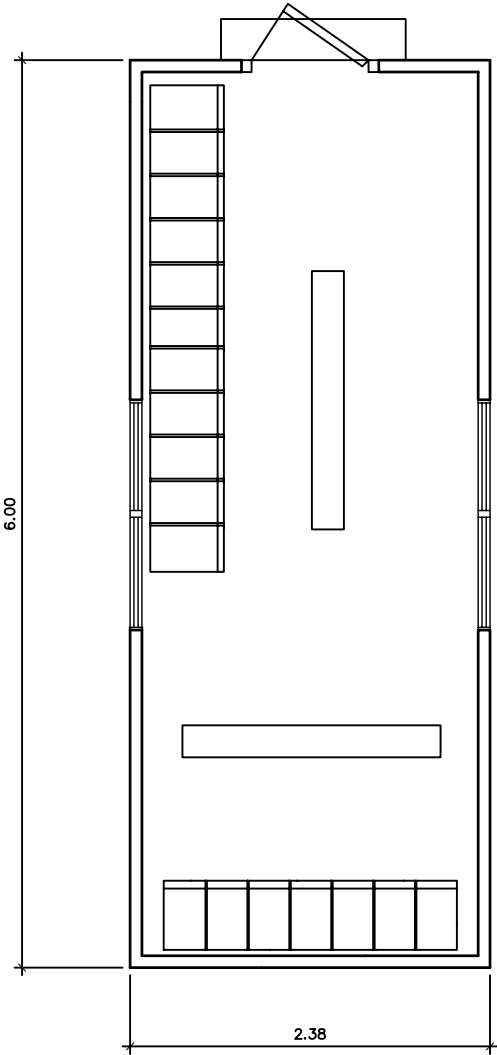
VAGON DE ASEOS
CAPACIDAD HASTA 40 TRABAJADORES

VAGON COMEDOR



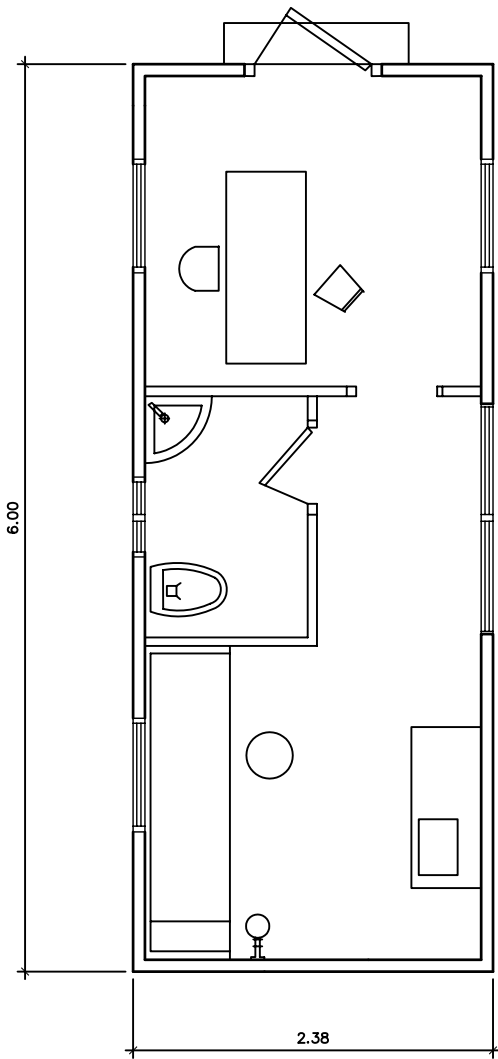
VAGON COMEDOR

VAGON DE VESTUARIOS



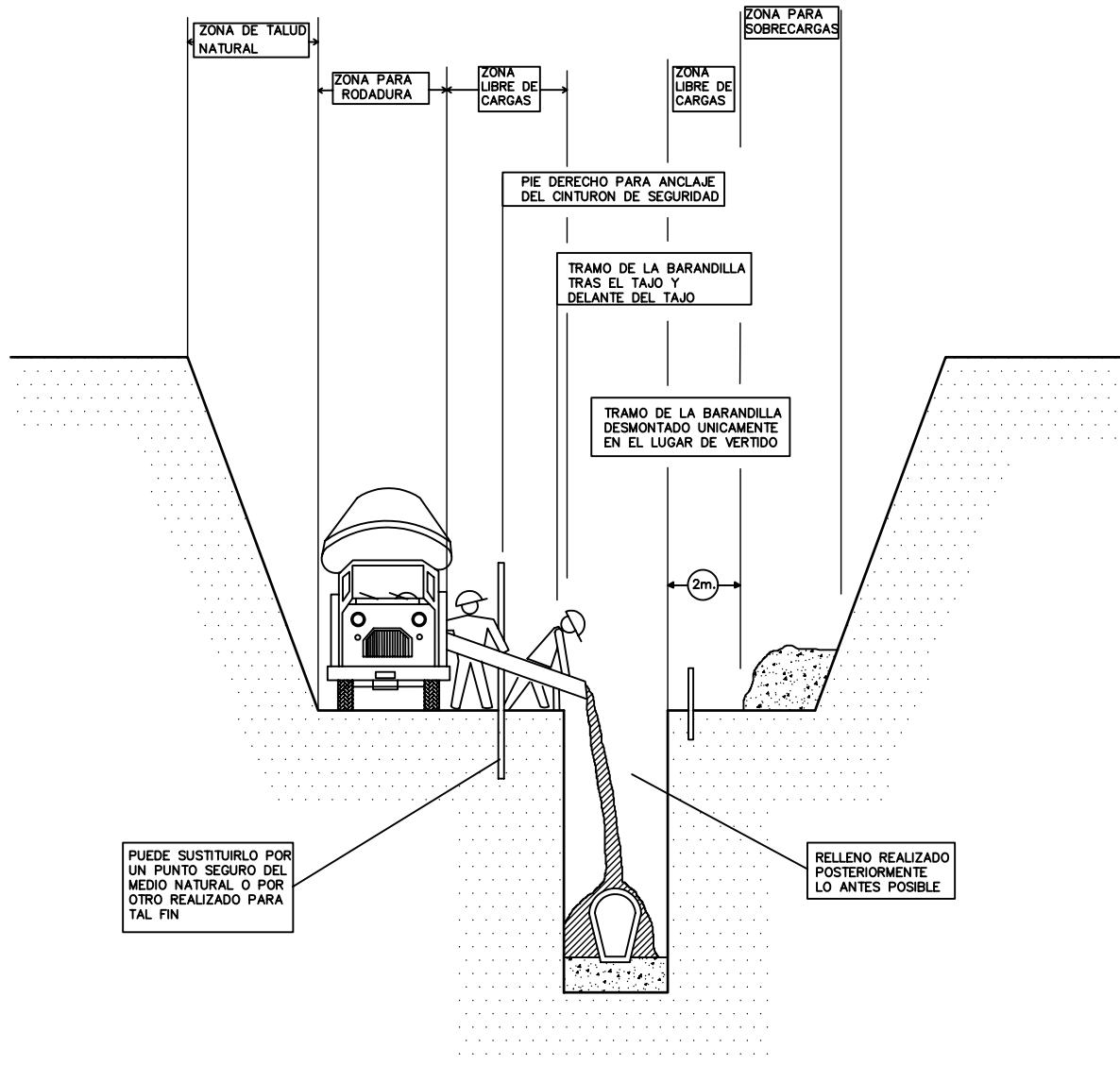
VAGON DE VESTUARIOS

VAGON DE BOTIQUIN



VAGON DE BOTIQUIN

POZOS Y ZANJAS



- * MIENTRAS SE REALIZA EL HORMIGONADO POR DETRAS DEL TAJO, SE PROCEDE TRAS EL FRAGUADO AL CIERRE DE LA ZANJA.
- * TRAMO ABIERTO, EL ESTRICTO NECESARIO PARA INSTALAR UN TRAMO DE TUBERIA Y HORMIGONAR EL TRAMO ANTERIOR.
- * CUANTO MENOR TIEMPO PERMANEZCA ABIERTA LA ZANJA, MAYOR SEGURIDAD, PESE A ELLO, PUEDE NECESITAR ENTIBACION.