MODIFICACIÓN DE PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO LAS FUENTECILLAS 16 MW, SET Y LÍNEA DE EVACUACIÓN 132 KV

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

LOCALIZACIÓN: **T.M. CAMARILLAS (TERUEL)**

PETICIONARIO: **GENERACION EOLICOSOLAR 1, S.L**
CIF: **B-88077276**
C/ ESPOZ Y MINA, 2, 3ª PLANTA, 28012, Madrid
Tlf.: 620200178

Sergio Paredes García,
Nº de colegiado 26.543 por el COGITIM
migue

PAREDES GARCIA SERGIO - 47413728X
Firmado digitalmente por PAREDES GARCIA SERGIO - 47413728X
Fecha: 2021.09.30 13:06:51 +02'00'

HISTORIAL DE REVISIONES

Fecha	Versión	Cambios
Agosto 2020	1	Versión original
Julio	2	Reubicación de los Aerogeneradores

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

CAPITULO 1. MEMORIA

CAPITULO 2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CAPITULO 3. ANEXOS

CAPITULO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

CAPITULO 6. BALIZAMIENTO

CAPITULO 7. PLANOS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ÍNDICE

CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO 9
CAPÍTULO 1. MEMORIA 11
1. OBJETO 12
1.1. Adecuación al Planeamiento Territorial existente 12
2. ANTECEDENTES 13
3. TITULAR 14
4. NORMATIVA 15
5. SITUACIÓN 17
5.1. Criterios de elección de emplazamiento 17
5.2. Descripción de poligonal 18
5.3. Acceso al parque eólico 18
6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 19
6.1. Aerogeneradores 19
6.2. Relación de organismos afectados 23
7. OBRA CIVIL PARQUE EÓLICO 24
7.1. Condicionantes generales. 24
7.2. Caminos 24
7.3. Plataformas. 29
7.4. Cimentaciones. 29
7.5. Zanjas para cables de media tensión. 30
7.6. Resumen actuaciones obra civil 31
7.7. Restauración ambiental 31
8. SISTEMA ELÉCTRICO EN EL PARQUE EÓLICO. 33
8.1. Sistema eléctrico en baja tensión (690 v) 33
8.2. Sistema eléctrico en media tensión (30 kv) 33
9. SUBESTACIÓN ELEVADORA 132/30 kV 40
9.1. Alcance de las instalaciones 40
9.2. Parque de 132 kV 46
9.3. Parque de 30 kV 51
9.4. Transformación 55
9.5. Distancias de aislamiento nominales para materiales 56
9.6. Protecciones 59

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

10. SISTEMA DE EVACUACIÓN 64
10.1. Descripción general 64
10.2. Emplazamiento 64
10.3. Afecciones organismos 64
11. LÍNEA AÉREA 132 KV 67
11.1. Características generales 67
11.2. Trazado 67
11.3. Conductor desnudo 68
11.4. Aisladores 69
11.5. Herrajes 70
11.6. Accesorios 72
11.7. Apoyos 74
11.8. Cimentación 75
11.9. Puesta a tierra de los apoyos 77
11.10. Protección de la avifauna 79
11.11. Distancias de seguridad y cruzamientos 80
12. CRONOGRAMA 86
CAPÍTULO 2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO 88
1. RESUMEN PRESUPUESTO 89
CAPÍTULO 3. ANEXOS 90
ANEXO I RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA) 91
ANEXO II CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 94
1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS 95
1.1. Cálculos de conductores (aislados B.T. y M.T) 95
1.2. Sección de conductores 95
1.3. Cálculos de aislamiento 99
1.4. Cálculos justificativos del sistema de puesta a tierra 100
2. CÁLCULO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN - LÍNEA AÉREA 102
2.1. Cálculos Eléctricos 102
2.2. Características del Aislamiento 104
2.3. Características del Conductor. 106
2.4. Características de los apoyos. 111
2.5. Distancia de Seguridad. 162
3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 165

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3.1. Resultados Cálculos Línea Aérea 165
ANEXO III MEDIDAS ANTI INCENDIOS 200
1. ANTECEDENTES 201
2. OBJETO 201
3. MEDIDAS PREVENTIVAS 201
4. MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIO 202
4.1. Fase de Ejecución y Desmantelamiento 202
4.2. Fase de Explotación 204
5. CONCLUSIONES 204
ANEXO IV DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y DATOS DEL AEROGENERADOR 205

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características básicas 10
Tabla 2 Poligonal..... 18
Tabla 3 Coordenadas aerogeneradores 20
Tabla 4 Características aerogenerador..... 20
Tabla 5 Relación de organismos afectados 23
Tabla 6 Resumen obra civil parque eólico..... 31
Tabla 7 Características Transformador BT/MT..... 35
Tabla 8 características generales celdas..... 37
Tabla 9 Resumen celdas de protección de los aerogeneradores..... 37
Tabla 10 Red MT parque eólico..... 38
Tabla 11 Cables y Tubos AT 47
Tabla 12 Niveles aislamiento e intensidad de cortocircuito 48
Tabla 13 Características asignadas comunes 49
Tabla 14 Características asignadas del interruptor automático 50
Tabla 15 Características asignadas de los seccionadores 51
Tabla 16 Características asignadas comunes 53
Tabla 17 Características asignadas de los interruptores..... 53
Tabla 18 Características asignadas de los transformadores de tensión 53
Tabla 19 Características asignadas de los transformadores de intensidad 53
Tabla 20 Conexión cables subterráneos..... 54
Tabla 21 Características conductor conexión con transformador de potencia 54
Tabla 22 Características conductor conexión con transformador de SSAA..... 55
Tabla 23 Características línea MT..... 55
Tabla 24 Características asignadas transformador de potencia 132/30 kV..... 56
Tabla 25 Características asignadas reactancia de puesta tierra 56
Tabla 26 Características asignadas resistencia de puesta tierra 56
Tabla 27 Distancia mínima de asilamiento en aire fase a tierra y entre fases..... 57
Tabla 28 Distancia mínima de asilamiento en aire fase a tierra y entre fases..... 57
Tabla 29 Distancia a pasillos y zonas de protección en instalaciones interiores 58
Tabla 30 Funciones protectivas primarias circuitos AT..... 60
Tabla 31 Funciones protectivas secundarias circuitos AT 60
Tabla 32 Funciones protección de barras..... 62
Tabla 33 Funciones protección de interruptor..... 62
Tabla 34 Funciones protectivas primarias baterías de condensadores 62
Tabla 35 Funciones protectivas secundarias baterías de condensadores 63
Tabla 36 Resumen características básicas línea de evacuación..... 64
Tabla 37 Emplazamiento línea de evacuación 64
Tabla 38 Organismos afectados en el trazado de la línea aérea..... 65
Tabla 39 Características línea aérea 67
Tabla 40 Trazado línea aérea..... 68
Tabla 41 Características conductor línea aérea 69
Tabla 42 Aislador cadena de suspensión..... 69
Tabla 43 Aislador cadena de amarre..... 70
Tabla 44 Herrajes cadena de suspensión 71

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Tabla 45 Herrajes cadena de amarre 71
Tabla 46 Hipótesis de cálculo apoyos 75
Tabla 47 Distancia de aislamiento 81
Tabla 48 Valores de K` 82
Tabla 49 Distancias cruce 84
Tabla 50 RBDA 93

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Situación 17
Ilustración 2 Salvapájaros. 74
Ilustración 3 Cimentaciones 75
Ilustración 4 Espiral salvapájaros..... 79

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	**Parque eólico "LAS FUENTECILLAS"**
DATOS PROMOTOR	GENERACIÓN EOLICOSOLAR 1 S.L.
CIF	B-88077276
DOMICILIO	MADRID
POTENCIA INSTALADA	16 MW
UBICACIÓN	Camarillas/Teruel/Aragón
Nº DE AEROGENERADORES	8
TURBINA EÓLICA	E-103 EP2
CONFIGURACIÓN	Síncrono, SYNC Wounded
POTENCIA NOMINAL	2.350 kW
POTENCIA LIMITADA DE SALIDA	2.000 kW
DIÁMETRO DE ROTOR	103 m
ÁREA DE BARRIDO	8.333 m^2
ALTURA DE TORRE	138 m
SUBESTACIÓN ELEVADORA	132/30 KV
POTENCIA	25 MVA
LÍNEA DE EVACUACIÓN	8,817 km
CONFIGURACIÓN	AÉREA
TENSIÓN	132 KV
CONDUCTOR	147-AL1/4-ST1A (LA-180)

Tabla 1 Características básicas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CAPÍTULO 1. MEMORIA

1. OBJETO

El objeto del presente Proyecto es la descripción de las características técnicas del parque eólico "LAS FUENTECILLAS" de 16 MW, línea subterránea colectora de 30 kV hasta subestación elevadora de 132/30 kV y su línea aérea de entronque hasta la subestación "ALIAGA" en el término municipal de Aliaga, con el fin de tramitación ante las distintas Autoridades con el objeto de obtener las Licencias necesarias para la ejecución.

Se describirán las instalaciones eléctricas en Baja Tensión de corriente alterna para un sistema de generación de energía eléctrica mediante el empleo de energía eólica (aerogenerador). Además de la LMT y la SET para evacuar dicha energía.

En consecuencia, la redacción del presente Proyecto tiene como finalidad la descripción de todas aquellas condiciones técnicas de conexión y seguridad de la instalación para el correcto funcionamiento, por lo que se pretenden alcanzar dos objetivos bien definidos:

- Fomentar la energía eólica como fuente alternativa de producción de energía.
- Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en la generación de energía eléctrica.

1.1. Adecuación al Planeamiento Territorial existente

Para la implantación del parque eólico "LAS FUENTECILLAS" y su línea de evacuación al punto de conexión proporcionado por Endesa en la SET ALIAGA 132 kV en el término municipal de Aliaga se han tenido en cuenta el Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de los respectivos términos municipales y normativa urbanística involucrada en el desarrollo de dicho parque eólico.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2. ANTECEDENTES

Que la mercantil GENERACIÓN EOLICOSOLAR I, S.L. tiene entre sus actividades la promoción, construcción, y explotación del futuro Parque Eólico "LAS FUENTECILLAS", de 16 MW de potencia, situado en el Término Municipal de Camarillas (Teruel).

Que como consecuencia de un estudio exhaustivo del recurso eólico de la zona se hizo necesario acometer una serie de modificaciones respecto al Proyecto básico original del Parque Eólico. Estas modificaciones han sido plasmadas en la correspondiente modificación del proyecto.

Que, a fecha de 7 de agosto de 2019, Endesa concede el pliego de condiciones técnicas y el presupuesto económico de la conexión, también conocidos como CTEs.

- Que, a fecha de 7 de noviembre de 2018, Endesa concede punto de conexión en su subestación "SET ALIAGA".

- Que, a fecha 11 de junio de 2019 se concede, por parte de Red Eléctrica, la aceptabilidad desde la perspectiva de la operación del sistema por afección a la red de transporte en la subestación ESCUCHA 220 kV para el acceso a la red de distribución de generación renovable.

- Que, a fecha de 7 de agosto de 2019, Endesa concede el pliego de condiciones técnicas y el presupuesto económico de la conexión, también conocidos como CTEs.

- Que, a fecha 21 de diciembre de 2020, se admite a trámite el proyecto para la adquisición de la autorización administrativa previa por parte del Gobierno de Aragón del Departamento de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial de la dirección General de Energía y Minas con referencia:

    - EXP: IP-PC-0130/2020
    - Ref. DGEM: PE 124/2020

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3. TITULAR

La entidad promotora de la actuación es la siguiente:

- GENERACION EOLICOSOLAR 1 S.L. CIF: B-88077276

Los datos de la persona y dirección de contacto a efectos de notificaciones relacionadas son los siguientes:

- Calle Espoz y Mina, 2, 3ª planta, 28012, Madrid

El teléfono y dirección de contacto a efectos de notificaciones relacionadas son los siguientes:

Tfno.: 620200178
Correo: notificaciones@geolisol.es

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4. NORMATIVA

Serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con las obras objeto de este proyecto de ejecución, con sus instalaciones complementarias, o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Además, se contemplarán todas aquellas normas que, por la pertenencia de España a la Comunidad Económica Europea, sean de obligado cumplimiento en el momento la presentación del Proyecto Constructivo.

A tal fin, se incluye a continuación una relación no exhaustiva de la normativa técnica aplicable.

- LEY 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

- REAL DECRETO 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

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

- REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión publicado en el BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.

- REAL DECRETO 223/2.008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- REAL DECRETO 1110/2007 de 18 de septiembre, por el que se aprueba se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- REAL DECRETO 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- DECRETO 1964/75 de 23 de mayo por el que se aprueba el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos y sus modificaciones posteriores (DECRETO 114/79 de 11 de enero, por el que se reestructura el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y REAL DECRETO 1797/2003 de 26 de diciembre por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos RC-03).

- ORDEM MINISTERIAL de 6 de febrero de 1976, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG- 3/75) y sus posteriores modificaciones (ORDEN MINISTERIAL de 21 de enero de1988, ORDEN MINISTERIAL de 8 de mayo de 1989 y ORDEN MINISTERIAL de 28 de septiembre de 1989).

- REAL DECRETO 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 25/10/1997

- REAL DECRTETO-LEY 7/2007, de 23 de junio por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.

- RESOLUCION de 1 de agosto d 2005, de la Dirección General de Calidad Ambiental, por la que se aprueba un modelo normalizado para la declaración de productor de aparatos eléctricos y electrónicos. BOA 97, de 12-08-2005.

- RESOLUCION de 1 de agosto de 2005, de la Dirección General de Calidad Ambiental, por la que se aprueba un modelo normalizado para la declaración de productor de aparatos eléctricos y electrónicos. BOA 97, de 12-08-2005.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5. SITUACIÓN

Las instalaciones objeto de esta Memoria se ubicarán en el Municipio de Camarillas, Provincia de Teruel.

El proyecto se encuentra dentro del citado municipio en las coordenadas:

Latitud: 40.6189º
Longitud: -0.73399º

A continuación, se muestra una imagen con la implantación del futuro parque eólico

Ilustración 1 Situación

Camarillas es una localidad y un municipio español de la provincia de Teruel, en Extremadura. Está situado en el centro de la provincia.

Su término municipal tiene una extensión de 50,55 km² que abarcan un territorio en el que se localizan tanto árboles como encinas y plantas arbustivas. Su población alcanza los 92 habitantes, según datos del censo del INE de 2020.

El proyecto está situado en el centro de la provincia, a unos 2 km al noreste del centro del pueblo de Camarillas.

5.1. Criterios de elección de emplazamiento

El emplazamiento del Parque Eólico LAS FUENTECILLAS parece constituir una excelente localización para la explotación comercial de la energía eólica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

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

- Orientación respecto de los vientos principales
- Facilidad de accesos hacia y en el emplazamiento
- Vegetación y rugosidad del terreno
- Altura sobre los valles o llanos que lo rodean
- Pendientes de los montes que forman el emplazamiento

5.2. Descripción de poligonal

La poligonal que delimita el parque tiene las siguientes coordenadas UTM ETRS89 HUSO 30:

VÉRTICE	X	Y
1	691123	4501655
2	693077	4501563
3	690415	4497870
4	692831	4497474

Tabla 2 Poligonal

5.3. Acceso al parque eólico

El acceso al parque eólico se realizará a través de la carretera A-2403 entre el Pk 2 y el Pk 3. Partiendo de los caminos de acceso, se prolongarán para acceder hasta la ubicación de los aerogeneradores.

Se ha diseñado una red de caminos de interconexión. Se han utilizado, en la medida de lo posible, los caminos ya existentes, adecuándolos a las condiciones necesarias.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El Parque Eólico estará constituido por 8 aerogeneradores, de potencia 2.000 kW con una altura de torre de 138 m.

El modelo de aerogenerador seleccionado es el fabricado por la empresa ENERCON, con un rotor de 103 y un área de barrido 8.333 m^2.

La tensión de generación de este modelo de Aerogenerador es de 690 V, elevando esa tensión a 30 Kv mediante un centro de transformación compuesto por un transformador 30/0,69 kV, situado en la propia nacelle.

Se instalará una línea de tierra común para todo el parque formando un circuito equipotencial de puesta a tierra y una red de comunicaciones para la operación y control del parque. La red de comunicaciones y de tierras discurrirá por la misma zanja que la de media tensión hasta la subestación.

En la parte baja del aerogenerador se completa el centro de transformación con las celdas de protección y de línea que conectan el aerogenerador con el resto y a la subestación elevadora.

Por ser la altura máxima del buje de 138 m, éste va equipado con un sistema de balizamiento mediante luces rojas tipo Xenón, situadas en la parte superior del buje del aerogenerador.

El trazado interno del parque eólico se hará aprovechando en la medida de lo posible los caminos existentes, los cuales, serán convenientemente señalizadas al borde de la carretera.

El Parque Eólico consta de 8 aerogeneradores, distribuidos según los vientos predominantes en la zona y la SET Las Fuentecillas.

6.1. Aerogeneradores

El Parque Eólico estará constituido por 8 aerogeneradores del modelo E-103 EP2 de ENERCON, de potencia 2.000 kW unitaria, con una altura de torre de 138 m y diámetro de rotor de 103 m. La potencia total del parque queda limitada a 16 MW.

6.1.1. Coordenadas de los Aerogeneradores

Los aerogeneradores propuestos se ubican en el Término Municipal de Camarillas, provincia de Teruel, en las siguientes coordenadas UTM (Huso 30, ETRS89) que se encuentra dentro de la poligonal:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

COORDENADAS ETRS89				UBICACIÓN	
Nº Tur.	X1	Y1	Z Terr (m)	Ref. Catastral	Termino Municipal
AEG01	692015	4500892	1410	44055A506053110000SG	Camarillas
AEG02	691618	4500410	1420	44055A506053110000SG	Camarillas
AEG03	691524	4499968	1428	44055A506053110000SG	Camarillas
AEG04	691348	4499525	1433	44055A506053110000SG 44055A506090030000SQ 44055A506053300000SJ	Camarillas
AEG05	690927	4498834	1430	44055A507053320000SR	Camarillas
AEG06	691818	4498585	1399	44055A507053270000SO	Camarillas
AEG07	692335	4498287	1390	44055A507053270000SO	Camarillas
AEG08	692482	4497687	1398	44055A518053600000SL	Camarillas
SET	691795	4500683	1417	44055A506053110000SG	Camarillas

Tabla 3 Coordenadas aerogeneradores

6.1.2. Características de los aerogeneradores

El aerogenerador a instalar en el Parque Eólico es el modelo E-103 EP2 de ENERCON o similar.

Este aerogenerador de tres palas orientado a barlovento con diámetro de rotor de 103 m, dispone de un sistema de orientación eléctrico activo con control activo del paso de las palas y generador de velocidad variable con sistema convertidor electrónico de potencia.

El aerogenerador va montado sobre una torre tubular de acero de 138 m de altura.

En la tabla siguiente se muestran las principales características del aerogenerador.

Modelo	ENERCON 103 EP2
Potencia	2.0 MW
Diámetro de rotor	103 m
Altura de buje	138 m
Número de palas	3
Área de barrido	8.332 m^2
Paso	Variable
Tensión	30/0,690 kV
Frecuencia de red	50 Hz
Orientación del rotor	Barlovento

Tabla 4 Características aerogenerador

6.1.2.1. Rotor

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La velocidad del rotor se regula mediante una combinación de ajuste del ángulo de inclinación de las palas y control de par del generador / convertidor. El rotor gira en el sentido de las agujas del reloj en condiciones normales de funcionamiento cuando se ve desde una ubicación contra el viento.

El rango completo del ángulo de inclinación de la pala es de aproximadamente 90 grados, con la posición de cero grados con la pala plana respecto al viento predominante. Con el posicionamiento de las palas en la posición de aproximadamente 90 grados se logra un frenado aerodinámico del rotor lo que reduce la velocidad del rotor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6.1.2.2. Sistema de control de paso de pala

El rotor utiliza un sistema de paso para proporcionar un ajuste del paso de la pala durante la operación.

El controlador de paso activo permite que el rotor de la turbina eólica regule la velocidad cuando está por encima de la velocidad nominal del viento. La energía de las ráfagas de viento por debajo de la velocidad nominal del viento se captura permitiendo que el rotor se acelere.

Se proporciona un respaldo independiente para impulsar cada pala con el fin de que las palas estén en posición de parada y apagar el aerogenerador en caso de un corte de la línea u otro fallo. Al tener las tres palas equipadas con un sistema de paso independiente, se proporciona redundancia de la capacidad de frenado aerodinámico de las palas individuales.

6.1.2.3. Buje

El buje permite conectar las tres palas al eje principal de la turbina. El buje también aloja el sistema de paso de las palas y está montado directamente en el eje principal.

6.1.2.4. Multiplicadora

Este tipo de aerogenerador no dispone de multiplicadora.

6.1.2.5. Sistema de frenado

El sistema de paso de las palas actúa como el principal sistema de frenado del aerogenerador. El frenado en condiciones normales de funcionamiento se logra alejando las palas del viento. Solo se requieren dos palas de rotor en posición de parada para desacelerar el rotor de manera segura en modo inactivo.

6.1.2.6. Generador

El generador es un generador síncrono multipolar. La turbina eólica funciona a velocidad variable para una utilización óptima del potencial de energía eólica a todas las velocidades del viento. Como resultado, el generador produce corriente alterna con voltaje, frecuencia y amplitud fluctuantes.

6.1.2.7. Sistema de orientación

El aerogenerador dispone de un sistema de orientación eléctrico activo. Un cojinete colocado entre la góndola y la torre facilita el movimiento de orientación. Los engranajes del sistema de orientación engranan con el engranaje del cojinete y dirigen el aerogenerador para seguir el viento. El sistema de accionamiento de orientación contiene un freno automático. Este freno se activa cuando el accionamiento de orientación no está funcionando e impide que los accionamientos se carguen debido a condiciones de viento turbulento.

El controlador activa los accionamientos de orientación para alinear la góndola con la dirección del viento basándose en el sensor de veleta montado en la parte superior de la góndola.

El aerogenerador registra la posición de orientación de la góndola después de una rotación excesiva en una dirección, el controlador automáticamente hace que el rotor se detenga, desenrolla los cables internos y reinicia la turbina eólica.

6.1.2.8. Torre

El aerogenerador está montado en la parte superior de una torre de acero tubular. El acceso a la turbina se realiza a través de una puerta en la base de la torre. Se incluyen plataformas de servicio internas e iluminación interior. Una escalera proporciona acceso a la góndola y también admite un sistema de protección contra caídas.

6.1.2.9. Góndola

La góndola o nacelle alberga los componentes principales del aerogenerador. El acceso desde la torre a la góndola se realiza a través de la parte inferior de la góndola. La góndola está ventilada e iluminada por luces eléctricas. Una trampilla proporciona acceso a las palas y al buje.

6.1.2.10. Sistema de control

El aerogenerador se puede controlar localmente. Las señales de control también se pueden enviar desde un ordenador remoto a través de un sistema de control de supervisión y de adquisición de datos (SCADA), con capacidad de bloqueo local proporcionada en el controlador de la turbina.

Los interruptores de servicio en la parte superior de la torre evitan que el personal de servicio en la parte inferior de la torre opere ciertos sistemas de la turbina mientras el

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

personal de servicio está en la góndola. Para anular cualquier operación de la turbina eólica, los botones de parada de emergencia ubicados en la base de la torre y en la góndola se pueden activar para detener la turbina en caso de una emergencia.

6.2. Relación de organismos afectados

Las administraciones o empresas cuyas propiedades se ven o podrían verse afectadas Por las instalaciones del parque eólico son:

NOMBRE	ORGANISMO	REF. CAT	X	Y
CAMINO	Excmo. Ayuntamiento de Camarillas	44055A50609004	691256.10 691852.33	4499440.41 4499112.07
CAMINO	Excmo. Ayuntamiento de Camarillas	44055A50709001	691801.01	4498939.05
SENDA	Excmo. Ayuntamiento de Camarillas	44055A50609003	691272.60	4499455.25
CAMINO	Excmo. Ayuntamiento de Camarillas	44055A50709002	692433.59	4498147.02
CAMINO DEL FRONTÓN	Excmo. Ayuntamiento de Camarillas	-	691038.78	4498552.87

Tabla 5 Relación de organismos afectados

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

7. OBRA CIVIL PARQUE EÓLICO

7.1. Condicionantes generales.

El objetivo de la red de caminos es el de proporcionar un acceso hasta los aerogeneradores, minimizando las afecciones de los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles de forma que se respete la rasante natural del terreno, siempre atendiendo al criterio de mínima afección al medio. Además, se primarán las soluciones en desmonte frente a las de terraplén y procurando alcanzar un movimiento de tierras compensado (entre los volúmenes de desmonte y los de terraplén).

El proyecto contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento de los aerogeneradores y la construcción de nuevos caminos necesarios en algunas zonas.

La explanación del camino y las plataformas constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos o para acopio de materiales.

Para la instalación y mantenimiento del Parque Eólico es preciso realizar una Obra Civil que cumpla las prescripciones técnicas de ENERCON y contempla las siguientes prescripciones técnicas que pueden resumirse en:

- Ancho mínimo de calzada: 5 m.
- Pendiente máxima: 13 % en tramos rectos 7% en tramos curvos
- Radio mínimo: 30 m
- Sección tipo: según planos.
- Mínima afección al entorno.

7.2. Caminos

7.2.1. Caminos del parque.

Los accesos se construirán previamente a la instalación de los aerogeneradores. En cualquier momento, incluso tras el mismo montaje, deberá ser posible acceder al aerogenerador para cualquier reparación o asistencia técnica, con vehículos de mantenimiento y grúa.

Según se observa en los planos la red de viales del parque se compone de:

- 1 Vial de entronque con un camino existente procedente de camarillas (Acceso)
- 3 Viales de acceso a los aerogeneradores.
- 1 Ramal que permita el cambio de sentido a los transportes un vez realizada la descarga.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Para el diseño de los viales, se ha implantado una traza de 5 m, diseñando su trazado en planta, previéndose el desbroce y rebaje del terreno natural con objeto de mantener la rasante del terreno actual, pero con la nueva sección estructural, salvo en los tramos específicos donde puede exigir un desmonte y terraplén impuesto por la pendiente máxima exigida, que enlace los aerogeneradores y permita todos los movimientos de giro a izquierda y derecha en recorridos de ida y vuelta aprovechando para ello las plataformas de montaje anejas a los aerogeneradores.

Como puede observarse en los planos, la solución propuesta resulta ser una sucesión de trazados relacionados por alineaciones rectas y curvas que respetan en la medida de lo posible la rasante del terreno natural, utilizando la especificación del fabricante para ese modelo de aerogenerador.

7.2.2. Criterios de geometría en planta

Los viales de acceso del parque requieren unas características técnicas condicionadas por el modelo de aerogenerador escogido. Por su diseño se tiene que tener en cuenta que la pala del aerogenerador es indivisible, el que implica unos radios de curvatura restrictivos en planta.

Además, si la distancia entre dos curvas es menor que la longitud del convoy, los radios de curvatura tendrán que ser más grandes, puesto que a la hora de entrar con la tractora en una curva, la parte posterior del transporte tiene que haber salido ya de la curva anterior. En este supuesto se estudiará cada caso específico, de forma que será necesaria la comprobación y la aprobación por parte del tecnólogo de los aerogeneradores.

Así mismo, cuando menor sea el radio de curvatura y más grande sea el ángulo de desviación del camino, el ancho del vial a la curva tendrá que ser más grande, de forma que sería necesaria la construcción de sobre anchos en las curvas (según especificación del fabricante).

Durante la elaboración del proyecto de ejecución del parque, será el momento de realizar un estudio en detalle de todos los viales del parque para definir con exactitud estos sobre anchos.

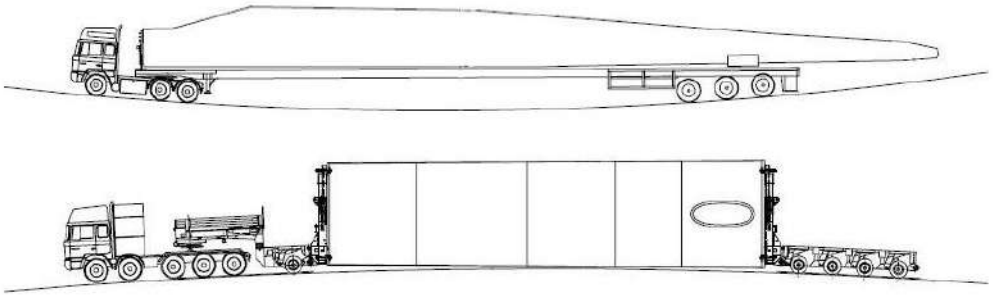
7.2.3. Criterios de geometría en alzado

El diseño del camino también viene condicionado por las pendientes y las longitudes de acuerdo vertical de cada tramo.

Los componentes que exigen unas condicionas más restrictivas por la pendiente del camino son la góndola y el primer tramo de la torre del aerogenerador, debido a su peso. La composición del pavimento dependerá de los mencionados pendientes, así que se escogerá una sección de firme adecuada que garantice una buena adherencia del transporte con el mismo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La longitud de la curva vertical, pero, viene restringida por las dimensiones máximas de los elementos que componen los aerogeneradores, por lo tanto, la restricción viene dada por la distancia entre la carga y el firme del camino. Es por eso que se necesitan unos enlaces verticales entre cambios de rasante (cóncava o convexa) que sean tan planos como sea posible, para que no se produzca ninguna interferencia entre la carga y el firme.



El diseño en alzado de los viales se Realizará a través del parámetro *Kv. Este parámetro representa la longitud de la curva vertical por unidad de variación de pendiente y viene dado por la expresión siguiente:

$$Kv = 100 \cdot \frac{L}{p_e - p_s}$$

L: Longitud de la curva vertical
Pe: Pendiente de entrada
Ps: Pendiente de salida

7.2.4. Elementos del camino.

Calzada:

La calzada de los viales de interconexión entre Aerogeneradores tiene un semiancho de 2,5 m, no se contemplan la utilización de arcenes.

Desmonte:

Los taludes de desmontes o excavaciones a aplicar, y atendiendo a la naturaleza del terreno, se inscriben en una de estas tres categorías:

Excavación en roca:

Cuando para la ejecución de la excavación se precise de especiales elementos mecánicos, tales como “ripers” o martillos hidráulicos y en casos muy particulares explosivos. Los taludes oscilarán entre el 1/3 al 1/5.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Excavación en terreno de tránsito:

La realizada en rocas muy blandas, meteorizadas y descompuestas, arcillas duras o tierras muy compactas, su excavación precisa de maquinaria de potencia media o explosivos ligeros de destroza. Los taludes oscilarán entre el 1/2 al 2/3.

Excavación en terrenos de consistencia normal:

La de aquellos materiales no comprendidos en las dos anteriores categorías, y cuya estructura y consistencia permite el empleo de maquinaria normal de excavación: Retroexcavadoras con cazo, traíllas, etc. Los taludes usuales oscilarán entre el 1/1 al 2/1.

Terraplén:

El talud para la construcción del núcleo del terraplén es el 3/2 (talud natural) Para ayudar a la estabilización del mismo se replantarán mediante hidrosiembra las paredes del talud.

Cunetas:

El agua de lluvia que escurre por la calzada y por los taludes de la explanación, debe canalizarse a través de cunetas longitudinales que, además, pueden tener alguna de estas finalidades:

- Reunir las aguas infiltradas en el firme y terreno adyacente
- Almacenar la nieve
- Limitar el nivel freático

Para cumplir su función específica, deben desaguar lo más rápidamente posible, aprovechando para ello la topografía del terreno, de forma que la sección de la cuneta sea menor y el camino se mantenga más saneado.

La longitud de los tramos de cuneta debe limitarse de manera que vierta en cauces naturales o en obras de desagüe del camino, que se proyectarán, cuando sean necesarias, con la condición que el recorrido del agua en la cuneta no produzca erosiones ni estancamientos.

Las cunetas se interrumpirán en la transición de desmonte a terraplén, de cuyo pie se alejarán mediante desagües bien definidos.

El comienzo de la cuneta siempre es el punto de inicio del paquete de firmes de la plataforma, esto es, la cuneta inicia en la cota de refino de tierras.

Los vectores definitorios habituales, como orientación general, en los tres tipos usuales, son: 0.50, -0.5, 0.5

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La sección más óptima siempre será la resultante de la sección hidráulica determinada con los datos procedentes de efemérides meteorológicas, necesidades de evacuación de escorrentías y estudio geotécnico del terreno a desaguar.

Firmes:

El firme es la estructura superior del camino situada sobre la explanación y que recibe directamente los efectos del tráfico. Tiene como función esencial repartir las cargas trasmitidas por las ruedas para que no rebase la capacidad portante o de carga de la explanación.

Otras funciones del firme son: proteger de la humedad el cuerpo del camino y facilitar la circulación de los vehículos, haciéndola lo más cómoda y segura posible, dentro del marco económico que corresponde.

El firme utilizado en los viales de interconexión es un de tipo flexible, su resistencia a la flexión es reducida siendo el más adecuado para la construcción de caminos "rurales", y se componen exclusivamente de una capa de 0.4 mts., (en función de geotécnico) (0,2 mts. para Subbase y 0,20 mts. para Base), de Zahorra Natural ZN40 (o subbase granular S2 según norma "PG3 y actualizaciones del Ministerio de Fomento" al Proctor del 97%).

Las mediciones correspondientes a la ejecución de esta obra, figuran en el cálculo de movimiento de tierras.

Las mediciones correspondientes a la ejecución de esta obra, figuran en el cálculo de movimiento de tierras. Para asegurar la estabilidad de los taludes frente a la erosión de aguas pluviales se realizarán obras de fábrica para el drenaje, según se indica en los planos.

Semiancho = 2,5mts.

Explanación = Mejorada, calidad de compactación > 97% P.M.

Tipo de Firmes para Subbase = Según material definido en Pliego de Condiciones Técnicas / Geotécnico.

Tipo de Firmes para Base = Según material definido en Pliego de Condiciones Técnicas / Geotécnico.

Espesor de firmes = mín. 0,4 mts, (en función de geotécnico) (0,2 mts. para Subbase y 0,20 mts. Para Base).

Taludes generalmente recomendados por los fabricantes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Desmonte, mínimo 1/2
- Terraplén, mínimo 3/2
- Talud de Firmes 3/2

En pendientes pronunciadas y a criterio del proyectista, se sustituirá el firme de zahorra por hormigón.

En general los caminos se adaptan a los criterios establecidos por el fabricante del aerogenerador ENERCON.

7.3. Plataformas.

Para el diseño de las plataformas se utilizará los criterios establecidos por el fabricante del aerogenerador ENERCON.

Con objeto de permitir el posicionamiento de las dos grúas y los transportes pesados involucrados en el montaje de los aerogeneradores y acopio del material, se disponen unas áreas situadas a la misma cota de acabado de la cimentación de los aerogeneradores y junto a ellas, esencialmente planas, con una pendiente máxima de 3% en la zona de grúas y del 1% en la zona de acopios. Se diseñan mediante un desbroce de tierra vegetal y una posterior explanada tipo E1, E2 o E3 con una capacidad portante de al menos 3kg/m2. La compactación será al 95% del Proctor Modificado. En las zonas de acopio bastará con una explanación E1 con una capacidad portante de kg/cm2.

La superficie total aproximada de la plataforma será de 2.500 m^2

Se ha procurado que todas ellas se ubiquen en las parcelas donde se encuentran los aerogeneradores con objeto de afectar al mínimo número posible de propietarios, así como para minimizar el impacto sobre la vegetación existente.

7.4. Cimentaciones.

La cimentación de los aerogeneradores adaptará a las características geotécnicas del terreno, pudiendo variar según los casos, a criterio de la propiedad, realizándose para la ejecución del parque un proyecto específico de cimentación realizado por técnico competente, siguiendo las especificaciones del fabricante del aerogenerador. Se presenta un plano con el modelo tipo.

La excavación del pozo de cimentación se realizará por medios mecánicos, empleando métodos adecuados para la fragmentación de la roca, si aparece. La excavación para la cimentación de los aerogeneradores consistirá en una base circular de Ø24 m. En el pedestal se dispondrán las bridas y los pernos para el anclaje del fuste del aerogenerador y los tubos de conexión. Será realizado un procedimiento para garantizar la nivelación de la jaula de pernos, en conjunto con la propiedad.

El material para la construcción de la zapata será de hormigón HL-150/P/20 para la capa de nivelación y limpieza. El principal de la zapata y pedestal será de HA-45/F/20 y HA-

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

50/F/20, armado con acero corrugado B500S. Una vez terminada la zapata y está alcanzando la resistencia adecuada se procederá a enterrarla. Los materiales a emplear en el relleno procederán de las excavaciones y ocasionalmente de préstamo. El extendido del material se realizará en tongadas de espesor uniforme y sin superar los 30 cm. Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados a las características del terreno y material. Siempre que el terreno lo permita se dispondrá de pendiente suficiente que facilite la salida de aguas. El diseño final de la cimentación se realizará o bien por el fabricante del aerogenerador, o bien siguiendo las especificaciones de cargas del mismo.

7.5. Zanjas para cables de media tensión.

Junto con los viales se han diseñado las zanjas por las que discurrirán los circuitos eléctricos que unen los aerogeneradores y el cable de tierra de acompañamiento. Esta red de zanjas se ha tendido en paralelo a los viales, para facilitar la instalación de los cables y minimizar la afección al entorno.

Será de aplicación la ITC LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y las especificaciones del fabricante.

Para el cruce de áreas de maniobra y viales, se prevé la protección de los cables mediante su instalación bajo tubo de PE-AD de 200 mm y posterior hormigonado.

Los conductores se alojarán en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,60 m para permitir las operaciones de apertura y tendido.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena seleccionada lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, sobre la que se depositarán los cables correspondientes a las ternas de MT a instalar y el cable de tierra de acompañamiento.

Por encima del cable irá otra capa de arena de idénticas características. Se colocará, una protección mecánica de placa cubrecables PPC, losetas de hormigón, rasillas o ladrillos colocados transversalmente sobre el trazado del cable. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja. A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación con una granulometría inferior a 200, de 60 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos.

Por cada terna de unipolares se colocarán tanto la protección mecánica como la cinta de señalización.

Por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación, medios mecánicos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Los cables de control se colocarán directamente enterrados sobre el lecho de arena tratada, en el caso que se decida entubarlos, cada 50 m de zanja y en cada cruce (unión) de zanjas, se construirán arquetas de hormigón de 50x50x65 interior para el paso de cables, con cubiertas de hormigón.

Los cables subterráneos a su paso por caminos, carreteras y aquellas zonas en las que se prevea tráfico rodado los cables irán a una profundidad de 1,1 m. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial y se hará a través de canalizaciones entubadas recubiertas con 8 cm de hormigón. El número mínimo de tubos será de tres para los cables de potencia y dos más para tierra y control.

Para cruzamientos con cauces fluviales se relazarán obras de fabrica con los cables bajo tubo y protegidos por hormigón tal como se indica en los planos de secciones tipo, quedando los cables por debajo del terreno natural de forma que no afecte al cauce natural del barranco o acequia.

Para el acceso a los aerogeneradores se utilizarán tubos de plástico embebidos en el hormigón del pedestal de la cimentación, que llegarán desde una arqueta situada en el extremo de la cimentación donde llega la zanja de M.T. al fuste de la virola de cimentación cubriendo de hormigón la parte de tubo sobre la zapata. La posición de las arquetas y tubos, se definirán en obra.

7.6. Resumen actuaciones obra civil

En la tabla a continuación se resumen las diferentes actuaciones de obra civil que se llevaran a cabo:

RESUMEN OBRA CIVIL			Superficie (m^2)
Ocupación aerogenerador (cimentación)			3.619
Ocupación plataformas			20.000
Ocupación caminos	Existentes	52,54%	15.265
	Nuevos	47,45%	13.785
	Total, caminos		29.050
Ocupación Total			
			Longitud (m)
Longitud caminos	Existentes	52,54%	3.053
	Nuevos	47,45%	2.757
	Total, caminos		5.810
Longitud Zanja MT			7.135

Tabla 6 Resumen obra civil parque eólico

7.7. Restauración ambiental

Con carácter general, se establece que los terrenos afectados por los proyectos deben restituirse a sus condiciones fisiográficas iniciales con objeto de conseguir la integración paisajística de las obras ligadas a la construcción del parque eólico, minimizando los impactos sobre el medio perceptual. Los procesos erosivos que se puedan ocasionar

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

como consecuencia de la construcción del mismo deberán ser corregidos durante toda la vida útil de la instalación.

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

- Zonas de giro y zonas de cruce.
- Planta de hormigón.
- Zona de campamento.
- Plataformas auxiliares. (En el caso de los aerogeneradores debe ser restituido todo lo que exceda de la plataforma permanente, considerada como plataforma de alta compactación)
- Superficies de desmonte y terraplenes.

La restauración vegetal del terreno se realizará siguiendo el plan de restauración desarrollado en los estudios de impacto ambiental del parque que están amparados por la correspondiente declaración de impacto ambiental.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

8. SISTEMA ELÉCTRICO EN EL PARQUE EÓLICO.

En este apartado vamos a describir, la instalación eléctrica del Parque Eólico que se pretende construir.

8.1. Sistema eléctrico en baja tensión (690 v)

A continuación, se describen las características que debe cumplir.

Los conductores a emplear serán de aislamiento RV 0,6/1 kV, tanto para el nivel de 690V, como para 230 V. Las conexiones entre la turbina y el transformador serán en cobre. Los conectores serán homologados (plata o bimetálico) en caso de resolver la conexión aluminio-cobre.

Los circuitos de alimentación a receptores contarán con el correspondiente conductor de puesta a tierra del receptor, de sección adecuada de acuerdo a la MIE BT 018 y MIE BT 024.

Todos los cables contarán con protección mecánica, ya sea instalados sobre bandeja metálica o sobre soportes propios de la torre instalados para esta función. Asimismo, las derivaciones a elementos concretos se podrán realizar bajo tubo protector IP-7.

8.1.1. Instalación Principal

El principal equipo existente es la turbina. Es una máquina de paso variable, con una potencia nominal de 2.000 kW.

Las dimensiones de los conductores a emplear se calcularán de acuerdo a la potencia de los diversos elementos, siguiendo los criterios establecidos en el R.E.B.T.

8.1.2. Instalaciones Secundarias

Todos los elementos eléctricos de Baja Tensión que se instalen tras el transformador de servicios auxiliares contarán con sus correspondientes protecciones magnetotérmicas y diferenciales, de sensibilidad 300 mA para fuerza y 30 mA para alumbrado.

8.2. Sistema eléctrico en media tensión (30 kv)

Para unificar en un punto la potencia total instalada en generación es necesario agrupar los aerogeneradores en varios circuitos, de modo que consigamos conducir fracciones de la potencia total hasta un punto determinado, en nuestro caso la subestación elevadora, por medio de un tendido subterráneo, de acuerdo al criterio de posicionamiento en campo de los mismos. Para ello, se eleva la tensión de los generadores a 30kV, en aras de conseguir las menores pérdidas posibles, así como disminuir la cuantía económica de la inversión de la instalación eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Los circuitos diseñados para este parque son los siguientes:

- Circuito nº1: Aerogenerador AEG-1 (1 Aerogeneradores)
- Circuito nº2: Aerogeneradores AEG-2, AEG-3, AEG-4 y AEG-5 (4 Aerogeneradores)
- Circuito nº3: Aerogeneradores AEG-6, AEG-7 y AEG-8 (3 Aerogeneradores)

Cada uno de estos circuitos parte de un conjunto de celdas de M.T. del centro de seccionamiento y estarán protegidos por interruptores automáticos de características adecuadas a las condiciones nominales y de cortocircuito.

Se contempla instalar en cada aerogenerador, un centro de seccionamiento compuesto por un transformador (en la nacelle) y un conjunto de celdas de corte y remonte, de modo que las intensidades resultantes sean admisibles por conductores y aparamenta adecuada, consiguiendo reducir las pérdidas lo máximo posible. Según esto, toda la aparamenta que se instale deberá garantizar el nivel de aislamiento de 36kV, tal como se indica en el ITC-RAT 04.

El conductor a emplear en Media Tensión será de aluminio RHZ1 18/30kV, de secciones 95mm², 120mm², 150mm², 180mm², 240mm², 300mm², 400mm², 500mm², 630mm² y 800mm², de modo que se mantengan los criterios de caídas de tensión y pérdidas de potencia. Ningún circuito contará con una pérdida de potencia superior al 1,6%. Todo conductor podrá soportar la corriente de cortocircuito determinada según cálculos.

Los cables cumplirán las especificaciones de ITC LAT 06, cuyas tablas serán utilizadas en el apartado de cálculos de este proyecto. Los cables de secciones, que quedan fuera del alcance del "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", seguirán la norma de diseño UNE-HD 620-9E, dicha norma tiene en consideración la norma UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados, incluida en las normas de aplicación en este proyecto indicadas en la ITC RAT 02.

8.2.1. Centro de transformación

En cada aerogenerador dispone de un centro de transformación para incorporar la energía producida a la red de Media Tensión. Para el sistema de sujeción y anclaje de estos centros de transformación se seguirán las instrucciones del fabricante del aerogenerador.

Cada C.T contendrá los siguientes equipos:

- Transformador B.T/M.T
- Celda de M.T
- Elementos de protección y auxiliares
- Material de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

8.2.1.1. Transformador BT/MT

El transformador de BT/MT será de tipo seco y aislado con materiales autoextinguibles:

Servicio	Interior
Tipo de transformador	Trifásico, seco encapsulado
Relación	30 ± 2,5% ± 5% / 0,690 kV
Conexión	Triangulo-estrella
Potencia nominal	2.500 kVA (ONAN)
Frecuencia	50 Hz
Grupo de conexión	Dyn 11
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial	70 kV
Impulso tipo rayo	170 kV
Intensidad de cortocircuito	
Nominal de corta duración (1s)	25 kA
Nominal de valor de cresta (1s)	55 kA

Tabla 7 Características Transformador BT/MT

Para protección contra contactos directos el transformador irá cubierto con una envolvente metálica ventilada. Las conexiones de MT se harán con bornas enchufables y las de BT mediante tornillos para conectarse a cables o pletinas.

El transformador se conectará con el cuadro de control a través de cuatro cables tipo 0,6/1 kV de Cu incluido en el suministro del aerogenerador. El transformador se conectará con la celda de protección del generador por medio de un cable tipo RHZ1 18/30kV con una sección de 95 mm2 de Al, o bien lo indicado por el suministrador del Aerogenerador.

8.2.1.2. Celda de conexión a la red de media tensión

La celda será modular y estará equipada para realizar las funciones de protección del Transformador BT/AT y la conexión a los cables de la Red de MT.

La configuración general de las celdas es:

1P + 0L + 1L: formada por una protección del transformador, un remonte de línea y un seccionamiento de línea.

Con el fin de impedir maniobras prohibidas, las celdas dispondrán, entre otras medidas de seguridad, sus correspondientes enclavamientos mecánicos.

Se establecerá un circuito de P.A.T. anclado en la estructura de las celdas, conectándose a este los sistemas de herrajes y las partes móviles por medio de trenzas flexibles de cobre.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Llevarán los mandos agrupados en un mismo compartimiento frontal.

La composición de los módulos funcionales es la siguiente:

- Módulo función protección:

Dispondrá de un interruptor-seccionador. El accionamiento será manual y llevará una bobina de disparo incorporada a 230V, 50 Hz.

Llevará pasatapas enchufables y detectores de tensión.

Su función será seccionamiento y protección del trafo de M.T.

- Modulo función conexión a cables:

Dispondrá de un interruptor-seccionador. El accionamiento será manual del tipo de tres posiciones. Este interruptor permite realizar maniobras de conexión - apertura - puesta a tierra de la línea que une entre sí los aerogeneradores, en caso de incidente o de avería. Estas maniobras se realizan de forma rápida y segura, mediante palanca de accionamiento, sin necesidad de acceder a los conectores.

- Modulo función remonte:

Su función será la conexión con la turbina anterior del circuito hacia la SET.

Esta configuración de centro de transformación, es la más usual en los aerogeneradores, pudiendo variar si es el propio fabricante del aerogenerador el que suministra dicho centro.

- Características generales

Las características asignadas a esta Celda modular son las siguientes:

Características generales	
Tipo	Aparamenta Blindada aislada en SF6
Servicio	Continuo
Instalación	Interior
Nº Fases	3
Nº Embarrados	1
Tensión Nominal	36 kV
Tensión de servicio	30 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal	
a) Función Protección	400 A
b) Función conexión a red	630 A
Nivel de aislamiento	
Frecuencia Industrial	70 kV

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Impulsos tipo rayo	170 kV
Intensidad de cortocircuito	
Nominal corta duración (1s)	25 kA
Nominal valor de cresta	50 kA
Resistencia a arcos internos	
Tensión	36 kA
Intensidad	16 kA
Duración del arco	0.5 s

Tabla 8 características generales celdas

Todos los conectores, serán enchufables acodados y apantallados con envolvente semiconductora conectada a tierra. A fin de mantener una presión uniforme con el pasatapas de la celda y el manguito de empalme del conductor, el conector, dispondrá de contacto roscado de cobre. Además, la celda está dotada de indicadores luminosos de presencia de tensión en cada línea y en la protección.

Estas celdas dispondrán de enclavamientos eléctricos y mecánicos que impidan la realización de maniobras de riesgo, tanto para el aparellaje como para el personal de operación.

Configuración de celdas en los distintos aerogeneradores:

Celdas	Aerogeneradores
(3) Tipo 0L + 1P (1 protección y 1 remonte)	1, 5 y 8
(5) Tipo 0L + 1L + 1P (1 protección, 1 remonte y 1 línea)	2, 3, 4, 6, 7

Tabla 9 Resumen celdas de protección de los aerogeneradores

- Material de Seguridad

Con el fin de contribuir a la seguridad en las maniobras, a la prevención y extinción de incendios y a la información sobre posibles riesgos eléctricos derivados de la manipulación incorrecta de los aparatos, se instalarán los siguientes equipos:

- Guantes aislantes de 30 kV
- Pértiga de salvamento
- Banqueta aislante interior 36 kV
- Cartel de primeros auxilios y riesgo eléctrico
- Extintor contra incendios, clase B29.

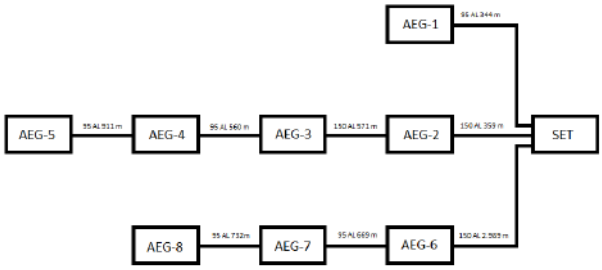
8.2.2. Interconexión de aerogeneradores

La red de Media Tensión de cada circuito de Interconexión está proyectada para recoger la energía generada por los generadores que lo integran, como puede apreciarse en las Hojas de Planos se pueden ver los esquemas unifilares de interconexión de los aerogeneradores para cada uno de los circuitos existentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

8.2.2.1. Esquema de conexión del parque eólico

En este esquema se muestra el circuito, la longitud de los cables de conexión (km) y su sección mm2, la naturaleza del conductor y el número de conductores por fase. En el interior de cada aerogenerador, se dejan 40 m de terna de cable en previsión de futuros empalmes (debidos a averías fundamentalmente).



En la siguiente tabla se muestra el resumen de la red de MT

Tramo	Longitud (km)	Nº Cables	Tipo Cables	Sección Cables	Al 95 mm²	Al 150 mm²	Al 240 mm²
Aero 1- SET	0,344	1	AL	95	0,344		
Aero 5-Aero 4	0,911	1	AL	95	0,911		
Aero 4- Aero 3	0,560	1	Al	95	0,560		
Aero 3-Aero 2	0,571	1	Al	150		0,571	
Aero 2-SET	0,359	1	AL	150		0,359	
Aero 8-Aero 7	0,732	1	AL	95	0,732		
Aero 7-Aero 6	0,669	1	AL	95	0,669		
Aero 6-SET	2,989	1	AL	150		2,989	
Total	7,135				3,216	3,919	
Total x 3	21,405				9,648	11,757	

Tabla 10 Red MT parque eólico

8.2.3. Red de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad del Parque Eólico, incluyendo:

- Centro de Seccionamiento.
- Cable de enlace de tierras o de acompañamiento.
- Puesta a tierra de aerogeneradores a 0,69 y 30 KV.

Comprenderá, asimismo, las tierras de protección y de servicio.

La puesta a tierra de los aerogeneradores estará formada por un anillo de 5m de diámetro de cable de cobre desnudo de 50mm2 de sección alrededor de cada aerogenerador por encima de la cimentación, unido diametralmente a dos picas de cobre de 2m de longitud y de 2cm de diámetro. Esta será única para todos los elementos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56GC
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

del aerogenerador, tanto para las masas metálicas como para la P.A.T de los neutros del aerogenerador y el transformador.

La P.A.T. se establece con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas y asegurar la actuación de las protecciones, de forma que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones superiores a las admisibles según la MIE-RAT 13

Un cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección irá enterrado acompañando por las zanjas a los cables de potencia de la red de Media Tensión.

Las uniones entre cables de tierra se realizarán mediante soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión.

Las pantallas de los cables unipolares se conectarán a tierra en ambos extremos. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas. En los planos se muestra un esquema de las conexiones de tierra.

8.2.4. Red de Comunicaciones

Se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica que en función de las indicaciones del fabricante irá enterrado en las mismas zanjas de M.T, cuyas características serán especificadas por el fabricante de los aerogeneradores y se empleará para la monitorización y control del Parque Eólico y sus instalaciones asociadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

9. SUBESTACIÓN ELEVADORA 132/30 kV

La subestación elevadora se ubica al norte del Parque Eólico en el término municipal de Camarillas (Teruel). Sus coordenadas UTM ETRS89 huso 30 son las siguientes:

- X: 691795.00 mE
- Y: 4500683.00 mN

9.1. Alcance de las instalaciones

9.1.1. Conexión a la red

La Subestación vendrá alimentada mediante una línea subterránea de 30kV procedente del parque eólico "LAS FUENTECILLAS" y sale una línea de evacuación de 132 kV hasta la subestación "Aliaga" propiedad de Endesa.

9.1.2. Configuración

La Subestación estará constituida por:

- Parque de 132 kV
- Parque de 30 kV
- Transformación
- Sistema de Control y Protecciones
- Sistema de Medida para la facturación
- Sistema de Servicios Auxiliares
- Sistema de Telecomunicaciones
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema de Seguridad Parque de 132 kV.

9.1.2.1. PARQUE DE 132 KV

Tipo:	Exterior Convencional
Esquema:	Simple barra
Alcance:	Una (1) posición de transformador

9.1.2.2. PARQUE DE 30 KV

Tipo:	Cabinas interior blindadas aisladas en gas SF6
Esquema:	Simple barra
Alcance:	Tres (3) posición de transformador
	Tres (3) posiciones de línea
	Tres (3) posición de Servicios Auxiliares
	Tres (3) posición de medida

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

9.1.2.3. TRANSFORMACIÓN

Estará constituida por:

- Un (1) Transformador 132/30 kV 25 MVA, con regulación en carga.
- Una (1) Reactancia de puesta a tierra
- Una (1) Resistencia de puesta a tierra

9.1.2.4. SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIONES

Se instalará un sistema integrado de control (SICOP) que integrará las funciones de control local, protecciones y telecontrol.

9.1.2.5. SISTEMA DE MEDIDA

La medida para facturación se realizará en 132 kV. Para ello se dispondrá de contadores estáticos (principal y redundante) combinados de energía activa y reactiva.

9.1.2.6. SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

Estará constituido por:

- Un (1) Transformador de 100 kVA. 30.000/400 V.
- Un armario rectificador-batería 125 V. c.c. 100 Ah.

9.1.2.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Red de tierra inferior.

El sistema de puesta a tierra que se adopta es el de un electrodo de puesta a tierra en forma de conductores de cobre enterrados, dispuestos en forma de malla y unidos mediante soldadura exotérmica.

La red general de tierras estará constituida por conductor de cobre desnudo enterrado a una profundidad de 0.8 metros. La zanja por la que discurra el cable de tierra estará rellena con tierra vegetal procedente de la excavación o aportada para el relleno.

Las puestas a tierra de las estructuras metálicas, de la aparamenta y de los armados de las cimentaciones de los edificios se realizarán mediante conexiones del mismo material que la red de tierras:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- **Electrodo de puesta a tierra**: que será una malla enterrada de cable de cobre de 95 mm². Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula, estando dimensionado de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles según la ITC-RAT-13.

- **Líneas de tierra**: que serán conductores de cobre desnudo de 95 mm² o pletina de cobre de 25x3 que conectarán los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra. En caso de que sea susceptible de robos se podrá sustituir por otro material según la ITC-RAT-13, Aptd 3.1.

En caso de que las nuevas subestaciones se construyan al lado de subestaciones existentes, las redes de tierras de ambas se unirán mediante puntos de soldadura, siempre y cuando el conductor que conforma la red de tierras de una instalación resulte adecuado para disipar la intensidad de cortocircuito de las demás instalaciones.

Como norma general, para obtener valores admisibles desde el exterior de la valla metálica de la subestación, la red general de tierras se extenderá 1 metro por fuera de dicha valla y el vallado se conectará a la red de tierras en tramos regulares mediante latiguillos de tierra. Para otros casos deberá realizarse un análisis conforme al IEEE Std80 "Guide for Safety in AC Substation Grounding" que justifique que no se superan los límites admisibles de tensión de paso y contacto en ningún punto de la valla.

El terreno de la subestación estará cubierto de una capa de 10cm de espesor de grava en las zonas donde no existan viales, así como en el exterior de la SE, hasta un metro, junto al murete de hormigón. El objetivo de la capa superficial es aumentar la resistencia de contacto de los pies con el suelo y por lo tanto disminuir la tensión de paso y contacto aplicada al cuerpo humano.

Los cálculos necesarios para determinar las tensiones de paso y contacto, así como la metodología para el diseño de la malla de puesta a tierra vienen definidos en la norma de referencia SDZ001.

Las instrucciones generales sobre los elementos de la instalación que deben conectarse a tierra serán los indicados en la ITC-RAT-13.

Red de tierra superior.

Como protección contra descargas atmosféricas directas sobre la subestación se utilizará un sistema de apantallamiento con puntas Franklin que asegure, mediante un cálculo avalado, la seguridad de los equipos y de las personas.

9.1.2.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Formado por protección contra incendios y anti intrusismo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

9.1.3. Obras civiles, edificios y estructuras, metálicas

9.1.3.1. OBRAS CIVILES PARQUE INTEMPERIE

Movimiento de tierras.

Se realizarán los movimientos de tierra necesarios hasta obtener la cota (o cotas) de nivelación. Para ello será necesario ejecutar trabajos de desbroce, limpieza y excavación de terreno, así como apertura y cierre de zanjas para la red de tierra subterránea.

Cimentaciones para soportes metálicos y pórticos.

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparamenta de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado).

Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con la naturaleza del terreno.

Saneamientos y drenajes.

El drenaje de las aguas pluviales se realizará mediante una red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas a través de un colector hasta el exterior de la subestación, vertiendo en las cunetas próximas.

Se instalará una fosa séptica prefabricada en subsuelo con volumen total de 2000L.

Vallado perimetral.

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar la subestación estará formado por valla metálica de 2 metros de altura, rematada en su parte superior con alambre de tres filas, con postes metálicos, embebidos sobre murete de hormigón de 0,5m de altura.

Se instalará para el acceso a la subestación una puerta corredera de 6m de anchura.

Conducciones de cables de control y potencia.

Se construirán todas las canalizaciones eléctricas necesarias para el tendido de los correspondientes cables de potencia y control.

Las zanjas se construirán con bloques de hormigón prefabricado, colocados sobre un relleno filtrante en el que se dispondrá un conjunto de tubos porosos que constituirán parte de la red de drenaje, a través de la cual se evacuará cualquier filtración manteniéndose las canalizaciones libres de agua.

Cimentación para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Para la instalación del transformador de potencia previsto se construirá una bancada, formada por una cimentación de apoyo, y una cubeta para recogida del aceite, que en caso de un hipo- tético derrame se canalizará hacia un depósito en el que quedará confinado.

Urbanizado de la zona y viales.

Se construirán los viales interiores necesarios para permitir el acceso de los equipos de transporte y mantenimiento requeridos para el montaje y conservación de los elementos de la sub estación. Serán de firme rígido de 21 cm de espesor con hormigón HA-20/P/12 sobre una base de zahorra compactada, disponiendo en el mismo de una malla electrosoldada. El ancho de los mismos será de 4 metros.

9.1.3.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para el abastecimiento de agua corriente se instalarán un depósito de al menos 2000L, grupo compresor y canalizaciones.

9.1.3.3. EDIFICIO

Se instalará un edificio formado por elementos modulares prefabricados de hormigón armado con aislamiento térmico, realizándose in situ la cimentación y solera para el asiento y fijación de dichos elementos prefabricados y de los equipos interiores del edificio, así como la organización de las canalizaciones necesarias para el tendido de cables de potencia y control.

Este edificio constará de una sola planta y se distribuirá de la siguiente manera:

- Sala de Control. Irán ubicados en ella los equipos correspondientes al control, protección y servicios auxiliares en BT.
- Sala de Celdas. Se ubicarán en ellas las celdas de MT (30kV)
- Sala de SS.AA., donde se instalará el transformador de servicios auxiliares.
- Almacén.

Exteriormente, el edificio irá rematado con una acera perimetral de 0,70m de anchura como mínimo.

Para el acceso exterior a las distintas salas se instalarán cuatro puertas metálicas de dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

El edificio estará dotado de un sistema de climatización por bomba de calor con termostato situado en la zona de control del edificio que permitirá conservar unas condiciones uniformes de temperatura en el interior del edificio.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

También estará dotado de un sistema de detección de incendios a base de detectores termovelocimétricos y ópticos, y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localicé un incendio pue- da dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección. El edificio también estará dotado de sistema de antiintrusismo con alarma.

El sistema de extinción consistirá en un sistema de extintores móviles de 5 Kg de capacidad de C02 en el interior del edificio.

Se ha previsto dotar al edificio de los sistemas de alumbrado adecuados con los niveles luminosos reglamentarios.

9.1.3.4. ESTRUCTURA METÁLICA

Para el desarrollo y ejecución de la instalación proyectada es necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte del aparellaje.

Todo el aparellaje de la instalación eléctrica de intemperie irá sobre soportes metálicos.

Tanto la estructura del pórtico como los soportes del aparellaje se realizarán en base a estructuras de perfiles normalizados (UPN, HEB...)

Toda la estructura metálica prevista será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, una vez construida, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión, cumpliendo con un espesor no inferior a 90 micras.

Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliares para fijación de caja de centralización sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Las estructuras de soporte se suministrarán, como ya se ha dicho, galvanizadas y totalmente construidas y taladradas, no admitiéndose realización de ningún tipo de taladro sobre las mismas, en la propia obra. Tampoco se permitirá el escariado de taladros, eliminación de aristas producto del galvanizado ni tratamientos autogalvanizantes posteriores.

La estructura metálica necesaria consta en esencia de:

- Tres (3) soportes para transformador de tensión inductivos 132kV
- Un (1) soporte para seccionador tripolar 132 kV
- Tres (3) soportes para transformadores de intensidad 132 kV
- Un (1) soporte para interruptor tripolar 132 kV incluida plataforma

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Tres (3) soportes para aisladores de apoyo y/o autoválvulas de 132 kV
- Un (1) soporte salida MT del transformador de potencia
- Un (1) soportes para aisladores de barras
- Un (1) soporte para la reactancia de puesta a tierra.
- Un (1) soporte para la resistencia de puesta a tierra.
- Dos (2) soportes para alumbrado

9.2. Parque de 132 kV

9.2.1. Descripción

El parque de 132 kV será intemperie de simple barra y estará formado por:

- Una (1) posición de transformador compuesta por:
    - Un (1) Seccionador tripolar dos columnas giratorias con apertura central.
    - Tres (3) Transformadores de Intensidad
    - Tres (3) Transformadores de Tensión inductivos
    - Un (1) Interruptor tripolar de corte en SF6
    - Tres (3) Autoválvulas

Como criterio general, el tendido de cables por el parque de la subestación se realizará siguiendo las siguientes indicaciones:

- Los circuitos de los transformadores irán en zanjas separadas de los de las líneas. Igual ocurrirá si existen circuitos de acoplamiento entre edificios o Containers.
- Existirá un único circuito de Transformador por zanja o canal.
- Siguiendo el mismo criterio de separación de circuitos por zanjas, los circuitos de cables de potencia irán en zanjas independientes de los circuitos de control. En el caso de que no se pudiera cumplir esta condición, podrán discurrir por la misma zanja siempre que esos últimos estén debidamente protegidos mediante tabiques de separación o en el interior de canalizaciones o tubos metálicos puestos a tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Los cables se instalarán siempre en configuración de triángulo dentro de tubulares, embebidos en prisma de hormigón, permitiéndose la colocación de 1 circuito por zanja o como máximo dos circuitos por zanja de acuerdo con las zanjas tipo, recogidas en el documento KRZ001, "Especificaciones Técnicas Particulares para Líneas Subterráneos de Alta Tensión".

En el siguiente cuadro se indican los cables normalizados para la conexión entre el transformador de potencia y su celda AT, según la norma de referencia SDE001. Las características de los conductores toman como referencia la norma de EDE KNE001.

Tensión (kV)	Potencia (MVA)	Cable	Ø Tubo
45 kV	16 / 25 40 63/80 100	1x3x400 mm² Al 2x3x400 mm² Al 2x3x630 mm² Cu 3x3x630 mm² Cu	160 mm
50 kV/ 66 kV	16 / 25 / 40 / 63 80 125	1x3x630 mm² Al 2x3x630 mm² Al 2x3x1000 mm² Al	160 mm
110 kV/132 kV	16 / 25 /40 /63 160 200	1x3x630mm² Al 2x3x630 mm² Al 2x3x1200 mm² Al	200 mm

Tabla 11 Cables y Tubos AT

En nuestro caso a tener una tensión de 132 kV y una potencia nominal de 25 MVA se usará una terna de cables unipolar de 630 mm2 Al bajo tubo de 200 mm de diámetro.

9.2.2. Características de los componentes.

Los valores normalizados para los niveles de tensión utilizados en EDE son:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Tensión Nominal U_n (kV)	Niveles aislamiento $U_m/U_f/U_l$ (kV)	I_{ter} kA (1 seg) *	Valor cresta I_{cc} (kA)
220	245/460/1050	40/50/63	100/125/158
132	145/275/650	25/31,5/40	63/80/100
110	145/275/650	25/31,5/40	63/80/100
66	72,5/140/325	25/31,5	63/80
50	72,5/140/325	25/31,5	63/80
45	52/95/250	25/31,5	63/80
30	36/70/170	25/31,5	63/80
25	36/70/170	25/31,5	63/80
20	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80
15	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80
13,2	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80
11	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80
10	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80

Tabla 12 Niveles aislamiento e intensidad de cortocircuito

(*) La elección de la Iter vendrá determinada por la potencia de cortocircuito en el punto de conexión de la instalación. Este valor será facilitado por EDE.

(**) Se utilizará Iter=16kA en aquellas instalaciones en las que la aparamenta de media tensión instalada esté limitada a esta intensidad (Apartado 7.3.5. SISTEMAS DE MEDIA TENSIÓN. Container). En este caso se contemplará, además, un tiempo de defecto de 0.5 segundos.

Un: Tensión nominal
Um: Tensión más elevada para el material
Uf: Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef)
Ul: Tensión soportada con onda de choque tipo rayo (kV cresta)
Iter: Intensidad térmica de cortocircuito
Icc: Intensidad de cortocircuito

De la anterior tabla obtenemos las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Esquema	Simple barra	
Tensión nominal de la red	132	kV
Tensión más elevada para el material	145	kV
Tensión soportada de corta duración a f.i. (valor eficaz)	275	kV
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	650	kV
Frecuencia	50	Hz

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Corriente en servicio continúo salida de línea, transformador y acoplamiento	2.000	A
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	31,5	kA
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	80	kA
Línea de fuga mínima	2247,5	mm

Tabla 13 Características asignadas comunes

9.2.3. Características del interruptor

Los interruptores automáticos que se instalen en nuevas subestaciones estarán constituidos por:

- Tres polos, con una cámara propia de extinción por polo, cuyo fluido de extinción será preferentemente SF6. En su defecto también podrá ser utilizado, en acuerdo con EDE, el vacío u otros gases no incluidos en el Anexo I de gases regulados del Reglamento UE 517/2014 sobre gases fluorados de efecto invernadero o normativa que lo sustituya.

- Un mecanismo de accionamiento electromecánico tripolar alimentado en corriente continua.

- Dispositivos y circuitos auxiliares de señalización, eléctricos y mecánicos.

- Un bastidor común para los tres polos y mecanismo de accionamiento.

La apertura y cierre del interruptor se efectuará por la acción de resortes tensados cuya tensión de alimentación será siempre en corriente continua de 125V +10% -15%.

El interruptor estará dotado de dos bobinas independientes para la apertura, suficientes cada una de ellas para producir la actuación de los mecanismos de accionamiento. Para el cierre contará con una única bobina.

Se instalará una caja de control donde estarán alojados los equipos auxiliares y de control, así como el accionamiento. Será posible la maniobra de forma manual, local o remota. El circuito de mando dispondrá de un sistema antibombeo.

Las características asignadas a los interruptores tomarán como referencia las indicadas en la norma EDE GSH001. En el caso de interruptores de 45kV será de referencia la norma EDE SNE039.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión más elevada para el material	132	kV
Tipo de fluido para aislamiento y corte	SF6	
Corriente en servicio continúo salida de línea, transformador y acoplamiento	2.000	A
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	31,5	kA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (limite dinámico)	80	kA
Secuencia de maniobra	O-0,3s-CO-1min-CO	msec
Tiempo de apertura	< 50	msec
Tiempo de cierre	< 150	msec
Tiempo de cierre-apertura	< 150	msec
Tensión auxiliar alimentación motor	125 +10% -15%	Vcc
Tensión auxiliar bobinas de apertura	125 +10% -30%	Vcc
Tensión auxiliar bobinas de cierre	125 +10% -15%	Vcc

Tabla 14 Características asignadas del interruptor automático

9.2.4. Características de los seccionadores

Las características funcionales y constructivas de los seccionadores serán las siguientes:

- Los seccionadores serán de tres polos de dos columnas giratorias cada uno, con apertura central.
- En ampliaciones de subestaciones existentes los seccionadores podrán ser de dos o tres columnas por polo.
- En 132-110 kV la maniobra será preferentemente manual, pudiendo ser también eléctrica tripolar simultánea. El accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra será siempre manual.
- En el resto de niveles de tensión todos los seccionadores, incluyendo los de puesta a tierra, serán de accionamiento manual.
- Los seccionadores que tengan cuchillas de puesta a tierra, dispondrán de un dispositivo de enclavamiento mecánico entre éstas y las cuchillas principales.

En caso de haber cuchillas de puesta a tierra, éstas deberán soportar los efectos de la intensidad térmica y dinámica de cortocircuito y no existirá posibilidad alguna de que estas cuchillas puedan abrirse o cerrarse intempestivamente, aunque las cuchillas principales estén abiertas.

Tanto la maniobra de las cuchillas principales como de las cuchillas de puesta a tierra se realizará de forma simultánea en los tres polos del seccionador.

Las características asignadas a los seccionadores tomarán como referencia lo indicado en la norma EDE GSH003. En el caso del parque de 45kV será de referencia la norma EDE SNE034.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión más elevada para el material	145	kV
Corriente asignada	1.250	A
Tensión soportada frecuencia industrial	140	kV

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Tensión soportada rayo Accionamiento	325	kV
Cuchillas principales	Manual	

Tabla 15 Características asignadas de los seccionadores

9.2.5. Características de los pararrayos

Con objeto de limitar las sobretensiones y los efectos producidos por éstas, se situarán en la entrada de las líneas AT, junto a las bornas AT y MT de los transformadores y en los neutros AT (excepto si éstos están conectados rígidamente a tierra o en aquellos casos en los que, siendo el neutro aislado, el aislamiento del transformador es pleno).

Los pararrayos estarán constituidos por:

- Resistencia no lineal, de óxido de cinc, conectada en serie sin explosores.
- Un contador de descargas.

Los pararrayos estarán constituidos como máximo por un elemento, excepto en 220kV que podrá ser como máximo de dos elementos.

Las características asignadas de los pararrayos tomarán como referencia lo indicado en la norma EDE GSH005. En el caso del parque de 45kV será de referencia la norma EDE SNE020.

9.3. Parque de 30 kV

9.3.1. Descripción

El parque de 30 kV será interior de simple barra y constará de un número determinado de celdas dispuestas de forma contigua una al lado de la otra formando una sola fila. En cualquier caso, deberá permitir una ampliación futura por uno de los extremos.

El alcance de las celdas a instalar será el siguiente:

- Tres (3) celda de transformador
- Tres (3) celda de línea
- Tres (3) celda de servicios auxiliares
- Tres (3) celda de medida

La composición de los diferentes tipos de celdas que constituyen el conjunto de la instalación blindada de simple barra con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF6) es la siguiente:

<u>Celda de transformador.</u>

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 2x 400 mm2 por fase
- 3 Transformadores de intensidad.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

Celdas de línea.

- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x240 mm2 por fase.
- 3 Transformadores de intensidad
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.
- 1 Relé

Celda de servicios auxiliares.

- 1 Interruptor-Seccionador tripolar de funcionamiento asociado con fusibles.
- 3 Fusibles
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x95 mm2 por fase.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Relé multifunción

Celda de medida.

- 3 Transformadores de tensión
- 3 Transformadores de intensidad

9.3.2. Características de los componentes

Características asignadas comunes:

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión nominal de la red	30	kV
Tensión más elevada para el material	36	kV
Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)	70	kV
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	170	kV
Frecuencia	50	Hz
Corriente en servicio continúo salida de línea	630	A
Corriente en servicio continuo transformador	1250	A

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Corriente en servicio continuo barras	1250	A
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	31,5	kA
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	80	kA

Tabla 16 Características asignadas comunes

Características asignadas de los componentes:

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión más elevada para el material	36	kV
Tipo de fluido para aislamiento y corte	SF6	
Corriente asignada en servicio continuo transformadores	1.250	A
Corriente asignada en servicio continuo líneas	630	
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	31,5	kA
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (limite dinámico)	80	kA
Secuencia de maniobra	O-0,3s-CO-15 seg-CO	msec
Tiempo de apertura	< 65	msec
Tiempo de cierre	< 150	msec
Tiempo de cierre-apertura	< 65	msec

Tabla 17 Características asignadas de los interruptores

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión más elevada para el material	36	kV
Relación de transformación Potencias y clases de precisión	SF630:√3/0,11:√3-0,11:√3	V
1º Arrollamiento	25 VA cl.0,2	
2º Arrollamiento	25 VA cl 0,5-3P	
Factor de tensión	1,2 continuo – 1,5 30 seg	

Tabla 18 Características asignadas de los transformadores de tensión

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión más elevada para el material	36	kV
Tipo	Toroidal	
Relación de transformación celda transformador Potencias y clases de precisión	200-400-800/5-5-5A	A
1º Arrollamiento	10 VA cl.0,2S	
2º Arrollamiento	10 VA cl.5P20	
3º Arrollamiento	10 VA cl.5P20	
Relación de transformación celda línea	300-600/5-5A	A
1º Arrollamiento	10 VA cl.0,2S	
2º Arrollamiento	20 VA cl.5P20	

Tabla 19 Características asignadas de los transformadores de intensidad

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

9.3.3. Conductores

Las conexiones de MT entre los distintos equipos de las subestaciones se realizarán como se resume a continuación y siguiendo las normas de referencia: SND013, SND015, DND001 y NFI006 "Criterios funcionales y de diseño para el tendido de cables subterráneos de media tensión en subestaciones".

CABLES SUBTERRÁNEOS				
CONEXIÓN	**SECCIÓN (mm^2)**	**Nº TERNAS**	**INSTALACIÓN**	**INTENSIDAD (A)**
M.T. TRAFO 40MVA	630 Cu	2	ENTERRADA	2x850
B.T. TRAFO 60MVA	500 Cu 630 Cu	3 2	ENTERRADA	3x760 2x850
TRAFO-RESISTENCIA/REACTANCIA	240 Al	1	ENTERRADA	-
U. BARRAS TRANSVERSAL	630 Cu	2 3	AIRE	2x975 3x975
CABINAS SALIDA RED	240 Al (400 Al)*	1	ENTERRADA	345 445
TRAFO SERVICIOS AUXILIARES	95 Al	1	ENTERRADA	205
BATERÍA DE CONDENSADORES	240 Al	1	ENTERRADA	345

(*): Uso excepcional, grandes clientes,...

Tabla 20 Conexión cables subterráneos

El tendido por el parque será en zanja, con protección de arena u hormigón, según la norma de referencia NFI006.

La conexión del transformador de potencia en MT kV con su correspondiente cabina se realizará con conductor aislado de las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión nominal de la red	30	kV
Tensión asignada del cable (Uo/U)	18/30	kV
Sección	400	mm2
Naturaleza del conductor	Aluminio	
Nº de conductores por fase	2	
Sección mínima de la pantalla	16	mm2

Tabla 21 Características conductor conexión con transformador de potencia

El cable elegido para la conexión del transformador de Servicios Auxiliares es:

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Tensión nominal de la red	30	kV
Tensión asignada del cable (Uo/U)	18/30	kV
Sección	95	mm2
Naturaleza del conductor	Aluminio	
Nº de conductores por fase	1	
Sección mínima de la pantalla	16	mm2

Tabla 22 Características conductor conexión con transformador de SSAA

Mientras que para las líneas MT

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión nominal de la red	30	kV
Tensión asignada del cable (Uo/U)	18/30	kV
Sección	95	mm2
Naturaleza del conductor	Aluminio	
Nº de conductores por fase	1	

Tabla 23 Características línea MT

9.4. Transformación

Para la elección de los transformadores se tomarán como referencia los criterios definidos en la norma EDE GST002.

Como referencia para el diseño de los nuevos transformadores AT/MT a instalar se tomarán las siguientes potencias estandarizadas: 16MVA, 25MVA, 40MVA ó 63MVA.

Además, el valor de la impedancia de cada transformador seleccionado se elegirá de entre los normalizados de manera que cumpla que el máximo valor de cortocircuito en el lado de MT sea 16 kA.

Se instalarán siempre muros cortafuegos para reducir el riesgo de incendio, salvo en aquellos casos en los que la distancia entre transformadores AT/MT, definida en la IE6C 61936-1, así lo permita.

En la salida de MT se instalarán pararrayos para proteger dichos devanados. Estos pararrayos podrán estar instalados en un bastidor (bornas al aire del transformador) o directamente sobre el transformador (pararrayos Pfisterer).

El transformador de intensidad (TI) de la puesta a tierra AT del neutro se instalará sólo en aquellos casos en que así lo requiera la correspondiente protección de neutro.

9.4.1. Descripción

Se instalará un transformador 132/30 kV de 25 MVA. El neutro de MT kV se conectará a tierra a través de una reactancia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

9.4.2. Características de los componentes

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
AT	132.000	V
BT (Triangulo)	30.000	V
Potencia nominal	25	MVA
Grupo de conexión AT/BT	YNd11	
Regulación en el primario (En carga)	+10x1%	
Clase de refrigeración	ONAN-ONAF	

Tabla 24 Características asignadas transformador de potencia 132/30 kV

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Instalación	Exterior	
Tensión nominal de la red	30	kV
Tensión asignada de la reactancia	36	kV
Intensidad homopolar(10s)	1.000	A
Conexión arrollamientos	Zig-Zag	
Refrigeración	ONAN	

Tabla 25 Características asignadas reactancia de puesta tierra

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Instalación	Exterior	
Tensión nominal de la red	30	kV
Tensión asignada de la reactancia	36	kV
Intensidad homopolar(10s)	70/170	kV
Conexión arrollamientos	50	A
Refrigeración	1.000	A

Tabla 26 Características asignadas resistencia de puesta tierra

9.5. Distancias de aislamiento nominales para materiales

9.5.1. Distancias en el aire fase-fase y fase-tierra

Las distancias en el aire fase a fase y fase a tierra son determinadas de acuerdo al nivel de aislamiento al impulso tipo rayo seleccionado en el punto anterior. En las siguientes tablas se muestran las distancias mínimas en el aire de acuerdo al nivel de aislamiento al impulso tipo rayo para los equipos de grupo A y B extraídas de la ITC-RAT 12.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)		Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)			
				Lista 1		Lista 2	
		Lista 1	Lista 2	instalación en interior	instalación en exterior	instalación en interior	instalación en exterior
3,6	10	20		60	120		
			40			60	120
7,2	20	40		60	120		
			60			90	120
12	28	60		90	150		
			75			120	150
17,5	38	75		120	160		
			95			160	160
24	50	95		160	160		
			125			220	220
			145			270	270
36	70	145		270	270		
			170			320	320

Tabla 27 Distancia mínima de asilamiento en aire fase a tierra y entre fases

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)
52	95	250	480
72,5	140	325	630
123	185	450	900
	230	550	1100
145	185	450	900
	230	550	1100
	275	650	1300
170	230	550	1100
	275	650	1300
	325	750	1500
245	325	750	1500
	360	850	1700
	395	950	1900
	460	1050	2100

Tabla 28 Distancia mínima de asilamiento en aire fase a tierra y entre fases

9.5.2. Distancias en pasillos y zonas de protección en instalaciones de interior

De acuerdo con el punto 6.1.1. de la ITC-RAT 14, sobre instalaciones de interior, la anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica según los casos:

a) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0 m.

b) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2 m.

c) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8 m.

d) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0 m.

En cualquier otro caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0 m, y la de los pasillos de inspección a 0,8 m.

Estos valores deben ser aplicados en las instalaciones de la caseta de control y equipamiento de celdas de media tensión de la subestación.

De acuerdo con el punto 6.1.2 de la ITC-RAT-14, los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima «h» sobre el suelo medida en centímetros, igual a 250 + d. El valor de la distancia “d” es la distancia mínima de aislamiento fase-tierra para instalaciones de interior, expresada en cm, según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación kV (U_r)	≤ 20	30	45	66	110	132	220	400
«d» en centímetros	22	32	48	63	110	130	210	340

Tabla 29 Distancia a pasillos y zonas de protección en instalaciones interiores

9.5.3. Distancias en pasillos y zonas de protección en instalaciones de exterior

Para la anchura de los pasillos de servicio es válido lo dicho en el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14, indicados en el punto anterior de este documento.

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo, medida en centímetros, igual a:

$$H= 250+d$$

Siendo "d" la distancia expresada en centímetros de la tabla 2 de la ITC-RAT-12, dada en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En las zonas donde se prevea el paso de aparatos o máquinas deberá mantenerse una distancia mínima entre los elementos en tensión y el punto más alto de aquellos, no inferior a:

$$T = d+10=140 \text{ cm}$$

En las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores estará situado a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm.

9.5.4. Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberán existir entre éstos y el cierre las distancias mínimas de seguridad, medidas en horizontal y en centímetros, que a continuación se indica:

De los elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura k ≥ 220 cm.

$$G = d + 150= 280 \text{ cm}$$

La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50 x 50 mm.

Si la altura sobre el suelo a la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores, es inferior a 230 cm, no podrán establecerse pasillos de servicio, a no ser que se disponga de una protección situada entre los aparatos y el cierre exterior de la instalación, de modo que se cumpla simultáneamente lo indicado en el apartado 4.2 sobre zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación.

9.6. Protecciones

Las posiciones que se van a especificar en este documento son:

Posiciones AT:

- Circuitos
- Barras
- Baterías de condensadores AT

Transformadores:

- Transformadores AT/MT

Posiciones MT:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Circuitos
- Medida
- Acoplamiento
- Servicios Auxiliares
- Batería de condensadores

En general, los relés multifunción de las posiciones de AT se alojarán en los armarios de protecciones. En el caso de la MT, el relé multifunción estará incorporado en la propia celda, salvo casos particulares, e incorporará además de las funciones protectivas correspondientes, funciones de control de la posición.

9.6.1. Circuitos AT

Las funciones protectivas se agruparán en dos niveles y se usarán, a ser posible, mediante dos únicos relés multifunción. Estos relés multifunción deberán ser de diferente marca y modelo. En el caso de una línea-cable se deberá aplicar:

FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES	
87L	Diferencial longitudinal, fases segregadas
21	Distancia
25	Sincronismo
79	Reenganchador
49	Imagen Térmica
51	Máxima intensidad no direccional de fases
67N	Máxima intensidad direccional de tierras
51N	Máxima intensidad no direccional de tierras
3	Vigilancia de bobinas
	Localizador de defectos
	Oscilografía

Tabla 30 Funciones protectivas primarias circuitos AT

FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS	
21	Distancia
51	Máxima intensidad no direccional de fases
67N	Máxima intensidad direccional de tierras
51N	Máxima intensidad no direccional de tierras
25	Sincronismo
79	Reenganchador
49	Imagen Térmica
3	Vigilancia de bobinas
	Localizador de defectos
	Discordancia de polos
	Oscilografía

Tabla 31 Funciones protectivas secundarias circuitos AT

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Las funciones 51 y 51N serán protecciones exclusivamente de apoyo ante faltas entre fases (51) y entre fase y tierra (51N), según características I/t. Solo podrán ser utilizadas en posiciones de distribución cuya explotación sea de tipo radial, no interconectadas con generación o conectadas con generación débil.

Para aquellas líneas cuya longitud sea inferior a 10 Km, deberá estar siempre habilitada, tanto como función principal como secundaria, la función diferencial longitudinal (87L) utilizando para ello, si fuese necesario, un equipo multifunción 1 como equipo multifunción 2. Con motivo de prestar apoyo remoto, se deberá activar en ambos equipos la función distancia (21) y, utilizando las vías de comunicación existentes, se dotará a esta función de comunicación.

Para líneas de mayor distancia, se podrá optar por los siguientes esquemas protectivos siguiendo ese orden de preferencia:

Opción A:

- Funciones protectivas principales: función 87L y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación.

- Funciones protectivas secundarias: función 87L (utilizando RMF1 como RMF2 en caso de ser necesario) y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación.

Opción B:

- Funciones protectivas principales: función 87L y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación. En caso de no ser posible la activación de la 87L, se quedará como reserva activándose como principal la función 21 con comunicación.

- Función protectiva secundaria: función 21 con comunicación.

Sin perjuicio de lo anterior, como función protectiva de apoyo y siempre y cuando exista interruptor de acoplamiento, podrá activarse la función 21 Tacón con direccionalidad a espaldas, es decir hacia la subestación local, cuya orden de disparo se hará exclusivamente sobre dicho interruptor de acoplamiento.

Los relés multifunción con función 87L se interconectarán mediante fibra óptica directa punto a punto. Adicionalmente, sobre el mismo soporte, dichos relés podrían transmitir/recibir órdenes de teledisparo por actuación funciones 50S-62 y/o 87B.

9.6.2. Barras AT y Acoplamiento transversal AT

Se tendrán dos grupos de funciones protectivas y se usarán, a ser posible, dos únicos relés multifunción.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE BARRAS	
87B	Diferencial de barras
50s-62	Fallo de Interruptor
	Oscilografía

Tabla 32 Funciones protección de barras

FUNCIONES DE PROTECCIÓN DE INTERRUPTOR	
3	Vigilancia de bobinas
25	Sincronismo
	Oscilografía

Tabla 33 Funciones protección de interruptor

El relé multifunción de protección de barras podrá ser de tecnología concentrada (máximo 6+1 posiciones) o distribuida.

Para la captación y telemedida de las tensiones procedentes de los transformadores de tensión de barras, se utilizan UCPs de medida.

Estas protecciones se instalarán en todas las nuevas subestaciones, si bien se podrá analizar la no instalación en aquellas de Esquema Simplificado. En los parques que se requiera, se aplicará la función 21 (acoplamiento), realizada por la función 21 "Reverse" de alguno de los relés multifunción de circuitos AT. En cada instalación se indicarán los circuitos implicados.

9.6.3. Baterías de condensadores AT

Las funciones protectivas se agruparán en dos niveles y se usarán, a ser posible, mediante dos únicos relés multifunción. Estos relés multifunción deberán ser de diferente marca y modelo.

En el caso de las baterías de condensadores se deberá aplicar:

FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES	
51	Máxima intensidad no direccional de fases
51, TD	Máxima intensidad no direccional de fases, tiempo definido
50	Máxima intensidad no direccional de fases, instantánea
51N	Máxima intensidad no direccional de neutro
51N TD	Máxima intensidad no direccional de neutro, tiempo definido
50N	Máxima intensidad no direccional de neutro, instantánea
51TD	Desequilibrio neutro entre estrellas BBCCEE, detección 3I0/Tierra resistente
27	Subtensión compuesta a tiempo definido
59	Sobretensión compuesta a tiempo definido
59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

Tabla 34 Funciones protectivas primarias baterías de condensadores

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS	
51	Máxima intensidad no direccional de fases
51, TD	Máxima intensidad no direccional de fases, tiempo definido
50	Máxima intensidad no direccional de fases, instantánea
51N	Máxima intensidad no direccional de neutro
51N TD	Máxima intensidad no direccional de neutro, tiempo definido
50N	Máxima intensidad no direccional de neutro, instantánea
51TD	Desequilibrio neutro entre estrellas BBCCEE, detección 3I0/Tierra resistente
27	Subtensión compuesta a tiempo definido
59	Sobretensión compuesta a tiempo definido
59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

Tabla 35 Funciones protectivas secundarias baterías de condensadores

En las baterías de condensadores, existirá el denominado Bloqueo de conexión interruptores (86BC). Éste se energizará cuando alguna de las protecciones críticas de máxima intensidad y desequilibrio haya actuado.

Cada elemento condensador tendrá un sistema de descarga que reduzca la tensión entre bornes a un valor inferior o igual a 75 V desde su desconexión al cabo de 10 minutos para baterías de condensadores de tensión asignada superior a 1 kV

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

10. SISTEMA DE EVACUACIÓN

10.1. Descripción general

La instalación de evacuación de energía eléctrica desde el parque eólico "LAS FUENTECILLAS" hasta la subestación "Aliaga", propiedad de Endesa consta del siguiente tramo:

	TIPO	LONGITUD (m)	CONFIGURACIÓN
TRAMO 1	Aéreo	8.817,9	LA-180 Simple circuito 132 kV
TOTAL		**8.817,9**	

Tabla 36 Resumen características básicas línea de evacuación

Antes de la elección del trazado definitivo de la línea de evacuación se recopilará toda la información posible (en los Ayuntamientos, empresas de servicios públicos, etc.) acerca de otros servicios subterráneos previamente existentes en la zona, como telefonía u otras redes de comunicación, agua, alcantarillado, gas, alumbrado público y otras redes eléctricas de media o baja tensión. Además, se recabará de los Organismos afectados los posibles condicionantes o normas particulares existentes en los cruzamientos o paralelismos con la línea de alta tensión. En la fase de proyecto se efectuará el replanteo de la obra asegurándose de la inexistencia de obstáculos al emplazamiento previsto y se investigará la ausencia de impedimentos en el subsuelo mediante calas de reconocimiento. Asimismo, se utilizarán equipos de detección cuando la complejidad del trazado lo requiera o siempre que se considere conveniente.

10.2. Emplazamiento

El trazado de la línea de alta tensión proyectada transcurre por los términos municipales de Camarillas y Aliaga, ambos ubicados en la provincia de Teruel. La subestación eléctrica "Aliaga", adjudicada como punto de evacuación, donde tiene entrada la línea de evacuación de energía eléctrica generada por el parque eólico se encuentra en el término municipal de Aliaga en la provincia de Teruel. La longitud total aproximada de la línea es de 8,82 km aproximadamente, distribuida por municipios de la siguiente forma:

PROVINCIA	TERMINO MUNICIPAL	CONFIGURACIÓN	LONGITUD (m)
TERUEL	CAMARILLAS	AÉREA	1.843
TERUEL	ALIAGA	AÉREA	6.974

Tabla 37 Emplazamiento línea de evacuación

10.3. Afecciones organismos

En general las infraestructuras eléctricas de Alta Tensión se verán afectadas por organismos o entidades, bien sea por cruzamientos o por paralelismos de las líneas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

eléctricas en proyecto, que cumplen lo que al respecto se establece en los apartados 5.2 a 5.3 del vigente Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión 223/2008 (ITC-LAT 06).

10.3.1. Línea Aérea

A lo largo del trazado de la línea de evacuación aérea se producen las siguientes afecciones por paralelismos y cruzamientos:

NOMBRE	ORGANISMO	REF. CAT	X	Y
Barranco de las Toscas	Cuenca Hidrográfica del Ebro	-	691307	4500569
Barranco de Lagaña	Cuenca Hidrográfica del Ebro	-	692129 692204	4502407 4502864
Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	44055A50609001	691535	4500983
Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	-	692219	4502959
Línea Eléctrica	Endesa	-	692240	4503102
Carreteras Perales Aliaga	Diputación General de Aragón	44017A01209003	692274	4503325
Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	-	692310	4503563
Río Guadalope	Cuenca Hidrográfica del Ebro	44017A01209005	692488	4504750
A-1403	Diputación General de Aragón	44017A00109001	692502	4504838
Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	44017A00109001	692502	4504840
Barranco del Salobral	Cuenca Hidrográfica del Ebro	-	692854	4505902
Línea Eléctrica Aérea	Endesa	-	692898	4505525
Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	-	693072	4505688

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	-	693179	4505789
Barranco del Molar	Cuenca Hidrográfica del Ebro	-	694217	4506315
Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	44017A00109010	694511	4506406
Arroyo	Cuenca Hidrográfica del Ebro	-	694561	4506409
Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	44017A00109010	694569	4506410
Carretera Aliaga Campos	Diputación General de Aragón	44017A00209012	694721	4506420
Línea Eléctrica	Endesa	-	695115	4506455
Barranco del Molar	Cuenca Hidrográfica del Ebro	-	695503 695683	4506558 4506597
Línea Eléctrica	Endesa	-	695779	4506581
Camino	Excmo. Ayuntamiento de Aliaga	-	695964	4506525
Carretera Aliaga Ejuelve	Diputación General de Aragón	44017A00209002	696035	4506503

Tabla 38 Organismos afectados en el trazado de la línea aérea

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

11. LÍNEA AÉREA 132 KV

11.1. Características generales

La longitud total aproximada de la línea es de 8,817 km. Los vanos se proyectarán con longitudes entre los 180 y los 400 m, debido a la orografía del terreno, los esfuerzos en los vanos y los cruzamientos con vías de comunicación, ríos, etc., y la localización de edificaciones.

La altitud del terreno donde se proyecta la línea aérea alcanza una altitud máxima de 1.411,4 m de altitud y una altitud mínima de 1.097,7 m, por lo que las zonas en la que se proyectará la Línea será la C (>1.000m).

Las características más importantes de la línea aérea 132 kV son:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	132
Tensión más elevada de la red (kV)	145
Nº de circuitos	1
Nº de conductores aéreos por fase	1
Tipo de conductor aéreo	147-AL1/4-ST1A (LA-180)
Intensidad máxima de transporte (A)	431,7
Longitud (km)	8,817
Zona de aplicación	ZONA C
Tipo de aislamiento	Cadenas de aisladores de vidrio U100BS
Puesta a tierra	Mallazo electrosoldado
Categoría	2ª

Tabla 39 Características línea aérea

11.2. Trazado

Como se ha indicado anteriormente la traza del tramo aéreo de la línea discurre por los términos municipales de Camarillas y Aliaga (Teruel).

La línea aérea objeto del presente proyecto parte de la SET LAS FUENTECILLAS prevista en el parque eólico del mismo nombre y finaliza en la subestación eléctrica Aliaga ya existente.

La conexión a la SET LAS FUENTECILLAS para la evacuación del parque eólico se realizará en aéreo, desde la celda de salida hasta el apoyo de salida de la línea.

La línea aérea de evacuación tendrá un total de 29 vanos (30 apoyos), con una longitud aproximada 8,817 km. La totalidad de los apoyos de la línea son de simple circuito.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Nº de Apoyo	Coord. X UTM H 30	Coord. Y UTM H 30	Cota Absoluta (m)	Función	Ángulo Interior (g)
1	691745,00	4500712,00	1411,43	P.Línea	———
2	691506,55	4501021,11	1383,82	Áng-Anc	128
3	691581,74	4501314,11	1398,56	Áng-Anc	150
4	691815,29	4501550,67	1394,73	Ali-Ama	———
5	692041,80	4501780,11	1384,64	Áng-Anc	144
6	692087,34	4502082,58	1384,83	Ali-Sus	———
7	692130,17	4502367,10	1296,13	Ali-Ama	———
8	692179,59	4502695,36	1258,44	Ali-Ama	———
9	692259,12	4503223,66	1291,69	Ali-Ama	———
10	692303,67	4503519,55	1346,85	Ali-Sus	———
11	692353,94	4503853,48	1301,58	Ali-Ama	———
12	692403,06	4504179,71	1306,61	Ali-Sus	———
13	692433,08	4504379,14	1272,66	Ali-Ama	———
14	692464,91	4504590,59	1209,97	Ali-Ama	———
15	692530,99	4505029,53	1187,89	Ali-Ama	———
16	692557,43	4505205,11	1188,86	Áng-Anc	142
17	692673,32	4505313,87	1225,04	Ali-Sus	———
18	692772,58	4505407,02	1226,96	Ali-Ama	———
19	693092,82	4505707,55	1247,63	Ali-Ama	———
20	693301,90	4505903,36	1266,22	Áng-Anc	157
21	693717,41	4506052,32	1328,62	Ali-Ama	———
22	693957,55	4506138,41	1301,62	Ali-Ama	———
23	694128,96	4506199,86	1244,57	Áng-Anc	147
24	694274,51	4506391,31	1202,02	Áng-Anc	131
25	694873,51	4506429,81	1169,29	Ali-Ama	———
26	695059,38	4506442,00	1229,62	Áng-Anc	169
27	695325,77	4506510,29	1225,97	Ali-Sus	———
28	695709,09	4506608,17	1126,40	Áng-Anc	149
29	695903,43	4506550,73	1168,82	Ali-Ama	———
30	696101,32	4506492,23	1097,73	F.Línea	———

Tabla 40 Trazado línea aérea

11.3. Conductor desnudo

El tendido aéreo se llevará a cabo con cable de aluminio-acero de 181,6 mm2 (UNESA LA-180), que posee las siguientes características:

Características 147-AL1/34-ST1A (LA-180)	
Sección total del conductor	181,6 mm²
Sección Aluminio	147,3 mm²
Sección Acero	34,4 mm²
Composición	Aluminio-Acero (30+7)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Número de hilos de aluminio/Diámetro	30/2,50
Número de hilos de acero/Diámetro	7/2,50
Diámetro del cable completo	17,50 mm
Diámetro Alma	7,50 mm
Carga mínima de rotura	6.760 kg
Peso total del cable	634 kg/km
Peso Aluminio	407 kg/km
Peso Acero	227 kg/km
Módulo de elasticidad	7600 kg/km
Coeficiente de dilatación	18*10-6 ºC-1
Equivalencia en Cobre	97 mm²

Tabla 41 Características conductor línea aérea

Las características de Equivalencia en Cobre vienen determinadas por la aplicación del artículo 22 del vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

11.4. Aisladores

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

11.4.1. Cadena de suspensión

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

Tipo	**U100BS**
Material	Vidrio
Línea de fuga (mm)	3150
Peso (daN)	39,318
Carga de rotura (daN)	6630
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	275
Tensión soportada al impulso de un rayo (kV)	650

Tabla 42 Aislador cadena de suspensión

11.4.2. Cadena de amarre

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

El aislador elegido, y sus características, es:

Tipo	U100BS
Material	Vidrio
Línea de fuga (mm)	3150
Peso (daN)	40,543
Carga de rotura (daN)	8500
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	275
Tensión soportada al impulso de un rayo (kV)	650

Tabla 43 Aislador cadena de amarre

11.4.3. Descripción de cadenas según tipo de apoyos

Apoyos de amarre y/o de anclaje.

En los apoyos de amarre y/o de anclaje se montarán los siguientes elementos:

- 1 cadenas simples de aisladores de vidrio, – Aisladores tipo U1000BS 6 Ud. – Grapa de amarre.
- Cadenas de amarre. Coeficiente de seguridad = 2,5. Carga rotura grapa >= 90% R conductor.

Apoyos de suspensión.

En los apoyos de amarre y/o de anclaje se montarán los siguientes elementos:

- 1 cadenas simples de aisladores de vidrio, – Aisladores tipo U100BS 6 Ud. – Grapa de amarre.
- Cadenas de amarre. Coeficiente de seguridad = 2,5. Carga rotura grapa >= 90% R conductor.

11.5. Herrajes

Estarán compuestos por los elementos necesarios para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los de fijación del cable de tierra al apoyo; los elementos de protección eléctrica de los aisladores y finalmente, los accesorios del conductor. Los herrajes serán fundamentalmente de hierro forjado galvanizado en caliente y todos deberán estar tratados adecuadamente frente a la corrosión. Los bulones serán siempre con tuerca, arandela y pasador. Las grapas de compresión tendrán una carga de rotura no inferior al 95% de la del cable correspondiente. Se diseñará para soportar los esfuerzos a que están sometidos chapas de unión del apoyo a los grilletes, prestando especial atención al grueso de la chapa, así como la disposición de los taladros. En el

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

caso de que, por la situación del taladro, la cadena resultase girada en relación a su posición se intercalaría la pieza necesaria para su adecuada instalación.

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobase sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Se adoptará en proyecto un coeficiente de seguridad de los herrajes de 2,5.

La composición de las cadenas del conductor será la siguiente:

Para cadenas de amarre: Las grapas de amarre siempre serán de tipo compresión excepto en los siguientes casos:

- Cuando sea importante reducir el tiempo de ejecución de la grapa.
- Cuando discurra por zonas con criterio de diseño de protección frente a la contaminación salina (Apartado 3.2.1 6 del documento DMRE-LIN-02 de Endesa).
- Cuando interese que, a la llegada del pórtico de la subestación, el conductor continúe sin interrupción hasta las bornas del aparellaje.

En estos casos las grapas serán del tipo atornilladas.

Serán cadenas de suspensión sencillas:

Ud.	Descripción	Código	Carga de rotura (daN)
2	Grillete recto	AGN-16T	
1	Anillas de bola	AB-16	
1	rótula	R-16	12.500
1	Grapa de suspensión	GS-3	7.500
6	Aislador de vidrio	U100BS	

Tabla 44 Herrajes cadena de suspensión

Serán cadenas de Amarre sencillas:

Ud.	Descripción	Código	Carga de rotura (daN)
2	Grillete recto	AGN-16T	
1	Anillas de bola	AB-16	
1	rótula	R-16	12.500
1	Grapa de amarre	GA-3	7.500
6	Aislador de vidrio	U100BS	

Tabla 45 Herrajes cadena de amarre

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Para el caso de los herrajes del cable compuesto tierra-fibra óptica la composición de las cadenas será la descrita a continuación:

Para conjuntos de cadenas de amarre. En todos los casos de amarre se prestará atención a la posición en que queda el grillete recto de cogida al apoyo respecto a la disposición final del tensor de corredera que deberá quedar en posición vertical.

Los suministros del material se regirán por las Especificaciones Técnicas de Sevillana para la Adquisición de Herrajes, Empalmes y Piezas de Derivación y responderán a las Normas UNE:

- UNE 21 006.....Herrajes para las líneas eléctricas. Nomenclatura, características generales y ensayos.

- UNE 21 009 .....Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores.

- UNE 21 021 .....Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

- UNE 21 024.....Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.

- UNE 21 158 .....Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Características y ensayos.

- UNE 21 159 ..... Elementos de fijación y empalme para conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Características y ensayos.

11.6. Accesorios

Los accesorios de las líneas son los siguientes:

11.6.1. Contrapesos para puentes

Los contrapesos para los puentes flojos de los apoyos con cadena de amarre, serán de hierro fundido, galvanizados y con un peso aproximado de 10 kg. No deberán dañar al conductor y estarán protegidos contra la corrosión. Se colocarán dos por puente y conductor de fase.

Amortiguadores de protección frente a las vibraciones eólicas. El viento produce en las líneas aéreas el fenómeno de vibración eólica, debido al efecto de desprendimiento de torbellinos en la estela de los conductores, que produce una oscilación alternativa de los mismos. Este fenómeno se produce con vientos con componente transversal a la línea y con velocidades del orden de 1 a 10 m/s. Por tanto, cualquier línea eléctrica es susceptible de sufrir sus efectos. La flexión dinámica del conductor sujeto a vibración puede producir roturas prematuras por fatiga de sus alambres, con la consiguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La intensidad del fenómeno depende fundamentalmente de las características del conductor, su tensión mecánica y las características del viento.

Dada la imposibilidad práctica de determinar previamente las condiciones de viento en cada vano de una línea, se deben adoptar soluciones generales, desde el lado de la seguridad, para prevenir sus efectos, en función del tipo de conductor y sus condiciones de tendido.

11.6.2. Varillas de reparación

En el caso de que las venas de aluminio del conductor resultasen dañadas o rotas, en la capa exterior, se podrán emplear varillas de reparación, hasta 4. A partir de este número se utilizará el manguito de empalme de compresión.

11.6.3. Empalmes

La unión de conductores entre sí en un vano (y cables de tierra) se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 90% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, al menos igual a la de un cable de la misma longitud. Los del cable de tierra serán de acero inoxidable.

Se cuidarán las prescripciones del actual Reglamento en cuanto al número de empalmes admisibles por vano, especialmente los cruces con autopistas, autovías y carreteras

En caso de que exista OPGW no se admitirán empalmes en vanos.

11.6.4. Balizas

Con objeto de destacar la presencia de tendidos eléctricos en zonas de mayor densidad de tráfico aéreo, se instalarán balizas en el/los hilo/s de tierra, con los siguientes criterios:

En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico aéreo se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 metros. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo, quedando separadas en este caso 60 metros en cada hilo de tierra.

En cruces sobre autovías y autopistas se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos. En caso de haber dos hilos de tierra se instalarán al tresbolillo.

La fijación de la baliza al hilo de tierra estará protegida con material adecuado (neopreno o similar) para evitar daño en el mismo. Serán preferentemente de material de fibra de vidrio y de forma esférica con un diámetro de 40 cm con posibilidad de oscilar en torno a esa cifra indicativa en función de cada caso y de los suministradores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

11.6.5. Salvapájaros

Se tendrá en cuenta la normativa técnica y de seguridad contemplada en el Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen Normas de Protección de la Avifauna para instalaciones eléctricas de Alta Tensión.

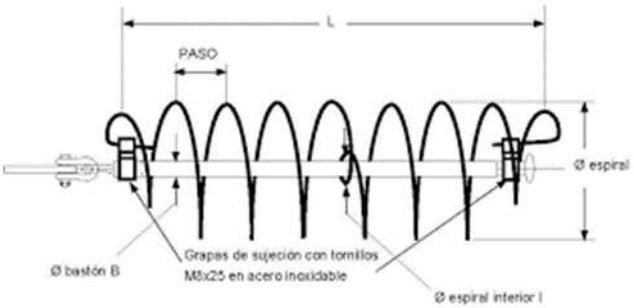


Ilustración 2 Salvapájaros.

11.7. Apoyos

Los apoyos serán metálicos de celosía, formados por perfiles angulares de la serie de fabricación normal en este país, con acero AE-275 (A42b) para las diagonales y AE-355 (A52d) para los montantes, según la norma UNE 36080.8R, siendo su anchura mínima 45 mm y su espesor mínimo 4 mm.

Los tornillos empleados serán de calidad 5.6. La composición de la materia prima, la designación y las propiedades mecánicas cumplen la norma DIN-267, hoja 3. Las dimensiones de los tornillos y las longitudes de apriete se ajustan a las indicadas en la norma DIN-7990, con la correspondiente arandela de 8 mm, según norma DIN- 7989.

Las tuercas hexagonales se ajustarán a la norma DIN-555.

11.7.1. Protección superficial.

Todos los apoyos tendrán protección de superficie a base de zincado a fuego. El galvanizado se hará de acuerdo con la norma UNE 21006. Según la citada norma, la cantidad mínima de zinc será de 5 gramos por decímetro cuadrado de superficie galvanizada. La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad y sin manchas.

11.7.2. Dimensiones.

La altura útil de las torres en cada uno de los puntos del reparto se adaptará para conseguir, como mínimo, las distancias reglamentarias al terreno y demás obstáculos. En cada cantón se ha adoptado una catenaria de flecha máxima correspondiente a las condiciones de flecha más desfavorable.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Hipótesis de viento. Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según el artículo 16, a la temperatura de + 15° C.

- Hipótesis de temperatura. Sometidos a la acción de su peso propio, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Se toma +50ºC.

- Hipótesis de hielo. Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según el artículo 17 del Reglamento de Línea Aéreas de Alta Tensión, a la temperatura de 0° C.

11.7.3. Hipótesis de cálculo: Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad de los apoyos serán diferentes según el carácter de la hipótesis de cálculo a que han de ser aplicados. En este sentido, las hipótesis se clasifican de acuerdo con el cuadro siguiente:

Tipo de apoyo	Hipótesis normales	Hipótesis anormales
Alineación	1ª, 2ª	3ª, 4ª
Ángulo	1ª, 2ª	3ª, 4ª
Anclaje	1ª, 2ª	3ª, 4ª
Fin de línea	1ª, 2ª	4ª

Tabla 46 Hipótesis de cálculo apoyos

Elementos metálicos. El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a: 1,5 para las hipótesis normales, y 1,2 para las hipótesis anormales.

11.8. Cimentación

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08 (R.D. 1247/2008 de 18 de Julio).

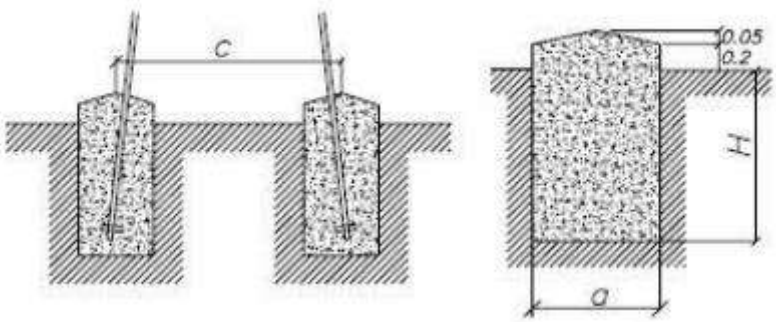


Ilustración 3 Cimentaciones

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Se proyectarán las cimentaciones de los distintos apoyos de acuerdo con la naturaleza del terreno, cuyas características, caso de no realizar los ensayos adecuados, vendrán definidas por los valores reflejados en los documentos a continuación relacionados, de acuerdo con el tipo de cimentación y el método de cálculo empleado.

Cimentaciones monobloque, constituidas por un único bloque de hormigón en el que se empotrará la parte inferior del apoyo.

El método de cálculo empleado es el de Sulzberger que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno.

Los valores de los coeficientes empleados en este método son los indicados en el apdo. 4 del Art.31 del R.L.A.T.

No se admitirá un ángulo de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco.

Se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco, el cual no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normal seguridad normal.....1,5
- Hipótesis normal seguridad reforzada.....1,875
- Hipótesis anormal 1,2

Sobre estas cimentaciones se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

Cimentaciones independientes, constituidas por un bloque de hormigón para cada uno de los anclajes del apoyo.

La estabilidad de estas cimentaciones estará confiada a las reacciones verticales del terreno.

Se emplea en método de cálculo del cono de tierras, adoptando para los valores del ángulo de arranque y de la presión admisible sobre el suelo los que figuran en el documento "La clasificación de suelos en el Proyecto de Líneas de Conducción Eléctrica" publicado por ASINEL (1971).

Se comprobará el coeficiente de seguridad, relación entre el esfuerzo resistente de la cimentación y el esfuerzo de arranque al que está sometida, el cual no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normal seguridad normal.....1,5
- Hipótesis normal seguridad reforzada.....1,875
- Hipótesis anormal 1,2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Si durante la apertura de pozos, la Dirección de Obra determina un tipo de terreno diferente al considerado en los cálculos, deberá realizarse el rediseño de las cimentaciones.

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo.

11.9. Puesta a tierra de los apoyos

El sistema de puesta a tierra de los apoyos según establece el "Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión" aprobado mediante Real Decreto 223/2008 en el Consejo de Ministros del 15 de febrero de 2008 en el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07 "Líneas aéreas con conductores desnudos".

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados en este proyecto, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, el diseño de su sistema de puesta a tierra deberá considerar el efecto de los cables de tierra.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico.

11.9.1. Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- **Apoyos NO frecuentados:** son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente. Básicamente los apoyos no frecuentados serán los situados en bosques, monte bajo, explotaciones agrícola o ganaderas, zonas alejadas de los núcleos urbanos, etc.

- **Apoyos Frecuentados**: Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

- Cuando se aíslen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
- Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas. A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

<u>Apoyos frecuentados con calzado (F):</u> se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, Ra1, y la resistencia a tierra en el punto de contacto, Ra2. Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1000 Ω.

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1{,}5\rho_s$$

Estos apoyos serán los apoyos frecuentados situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

<u>Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.)</u>: se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, Ra2. La resistencia adicional del calzado, Ra1, será nula.

$$R_a = R_{a2} = 1{,}5\rho_s$$

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

11.10. Protección de la avifauna

Para el cumplimiento del decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión, se deberán adoptar las siguientes medidas:

11.10.1. Medidas anticolisión:

Se aplicarán estas medidas en los tramos de línea que proceda según lo establecido en el artículo 5 del Decreto, y consistirán en espirales salvapájaros en el cable superior dispuestos cada 5 metros. Estas espirales son accesorios de PVC, por tanto, ligeros y exentos a la corrosión. Debido a su forma geométrica, ofrecen poca resistencia al viento y, debido al agarre firme sobre el conductor que se instala, no deslizan sobre el conductor con las vibraciones que se producen. Las espirales se fabrican cableadas a derecha para cualquier tipo de conductor. Es por esto, por lo que le sentido del cableado deberá ser el mismo que el de capa externa del conductor sobre el que vaya aplicado.

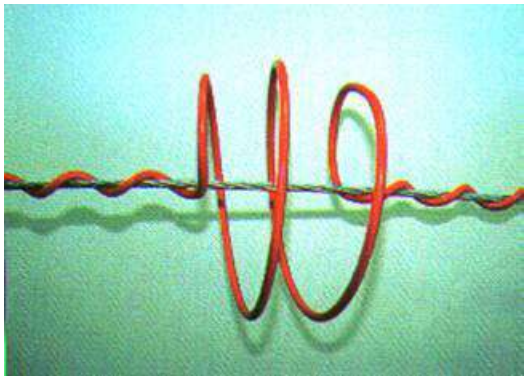


Ilustración 4 Espiral salvapájaros

11.10.2. Medidas antielectrocución:

En los apoyos con cadenas de aisladores de amarre deberá existir una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión de 1 metro. Para lo cual se utilizarán alargadores de horquilla de una distancia tal que la alargadera más la cadena de aisladores sea menor de 1 metro.

La distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado o del correspondiente puente flojo no será inferior a 1,5 metros.

Los puentes de unión con las autoválvulas y botellas terminales del cable aislado seco deberán ser aislados, así como los propios terminales de las autoválvulas y de las botellas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Como elementos de aislamiento se utilizarán materiales polímeros aptos para este tipo de instalación, los cuales deberán garantizar los niveles de aislamiento requeridos.

Para el aislamiento de los conductores se podrá utilizar cinta olit-m de andel o similar, que deberá ser instalada según especificaciones del fabricante para un nivel de aislamiento de 145 kV.

Para el aislamiento de grapas y terminales se podrán utilizar piezas premoldeadas de características adecuadas, que deberán ser instaladas según especificaciones del fabricante para un nivel de aislamiento de 145 kV.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

11.11. Distancias de seguridad y cruzamientos

Se adoptarán medidas disuasorias de nidificación efectivas con el fin de evitar la construcción de nidos sobre las crucetas o sobre la cúpula soporte del cable de tierra. Para ello se instalarán varillas en las crucetas y en la cúpula del apoyo, siguiendo las indicaciones del fabricante.

11.11.1. Distancias de seguridad

Se aplicarán las distancias mínimas de seguridad marcadas por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas aéreas de alta tensión (R.D. 223/08 de 15 de febrero).

Para la distribución de apoyos, en la hipótesis de flecha máxima, se tomará como máxima temperatura del conductor 75ºC.

El RD223/2008, ITC-LAT 07 establece como distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas las siguientes.

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

- **Del**. Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

- **Dpp**. Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Dpp es una distancia interna.

- **asom**. Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Se aplicarán las siguientes consideraciones para determinar las distancias internas y externas:

La distancia eléctrica Del, previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.

La distancia eléctrica, Dpp, previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos.

Es necesario añadir a la distancia externa, Del, una distancia de aislamiento adicional, Dadd, para que en las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, a zonas de arbolado, etc. se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que Del de la línea eléctrica.

La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna, asom, debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Así, para cadenas de aisladores muy largas, el riesgo de descarga debe ser mayor sobre la distancia interna asom que a objetos externos o personas. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad (Dadd + Del) deben ser siempre superiores a 1,1 veces asom.

Los valores de Del y Dpp, en función de la tensión más elevada de la línea Us, serán los indicados en la tabla 15 de ITC-LAT 07.

11.11.2. Distancia mínima entre conductores y partes puestas a tierra

En este apartado se expone las distancias de aislamiento marcadas por el R.D. 223/08. Distancia mínima entre conductores y partes puestas a tierra:

Tensión más elevada de la red Us (kV)	Del (m)	Dpp (m)
145	1,20	1,40

Tabla 47 Distancia de aislamiento

Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas aéreas de alta tensión (R.D. 223/08)

11.11.3. Distancia al terreno:

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Aptdo. 5.5), la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según la hipótesis de temperatura y de hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de:

H=5,3+Del con un mínimo de 6 m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

H=5,3+1,2=6,5 m

11.11.4. Distancia de conductores entre sí:

De acuerdo con lo establecido en el aptdo. 5.4.1. de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/08, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D=K*\sqrt{(F+L)}+K'*D_{pp}$$

Siendo:

D Distancia mínima entre conductores en m.

F Flecha máxima en m.

L Longitud de la cadena en m (para amarre L=0).

K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según la tabla adjunta.

K' Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de líneas.

Ángulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

Tabla 48 Valores de K`

11.11.5. Distancias verticales en cruzamientos

11.11.5.1. CRUZAMIENTO A CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLE.

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Aptdo. 5.5), la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según la hipótesis de temperatura y de hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de:

H=5,3+Del con un mínimo de 6 m.
H=5,3+1,2=6,5 m

11.11.5.2. EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados.

Distancia conductor edificio (servidumbre de vuelo): 3,3 + Del metros, con un mínimo de 5 metros.

Distancia conductor edificio =3,3+1,2= 4,5m

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Aptdo. 5.12.2), no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales. No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del metros, con un mínimo de 6 metros.

Distancia punto accesible =5,5+1,2=6,7 m

Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del metros, con un mínimo de 4 metros.

Distancia punto no accesible =3,3+1,2=4,5 m

11.11.5.3. CRUZAMIENTO A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN:

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Aptdo. 5.6), se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

H=1,5+Del

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

con un mínimo de:

2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV
3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV Y hasta 66 kV
4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV Y hasta 132 kV
5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV Y hasta 220 kV
7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV Y hasta 400 kV

H=1,5+1,2 =2,7 m

La mínima distancia entre conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior adoptada en el proyecto no será inferior a:

Tensión (kV)	Distancia adoptada (m)
132	5,00

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a la especificada en el RLAT (Dadd + Dpp en metros) aumentada en 0,5 m.

A la distancia de aislamiento adicional, Dadd, se le aplicarán los valores de la siguiente tabla:

11.11.5.4. DISTANCIAS DE AISLAMIENTO ADICIONAL DADD A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	Dadd (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
De 3 a 30	1,8	2,5
45 o 66	2,5	
110, 132, 150	3	
220	3,5	
400	4	

Tabla 49 Distancias cruce

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

H=1,5 + Del con un mínimo de 3 m.

Distancia mínima vertical entre los conductores de fase-tierra = 1,5+1,2 = 2,7 m

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

11.11.5.5. BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADO

Distancia vertical con bosques, árboles y masa de arbolado.

Tomaremos como criterio para la distancia mínima vertical con bosques, árboles y masas de arbolado, las indicadas para altura mínima al terreno por:

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Aptdo. 5.5), la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según la hipótesis de temperatura y de hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de:

H = 5,3 + Del Con un mínimo de 6 m.

H = 5,3 + Del = 5,3 + 1,2 = 6,5 m

Distancia horizontal con bosques, árboles y masa de arbolado.

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Aptdo. 5.12.1), para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

1,5 + Del con un mínimo de 3 m.

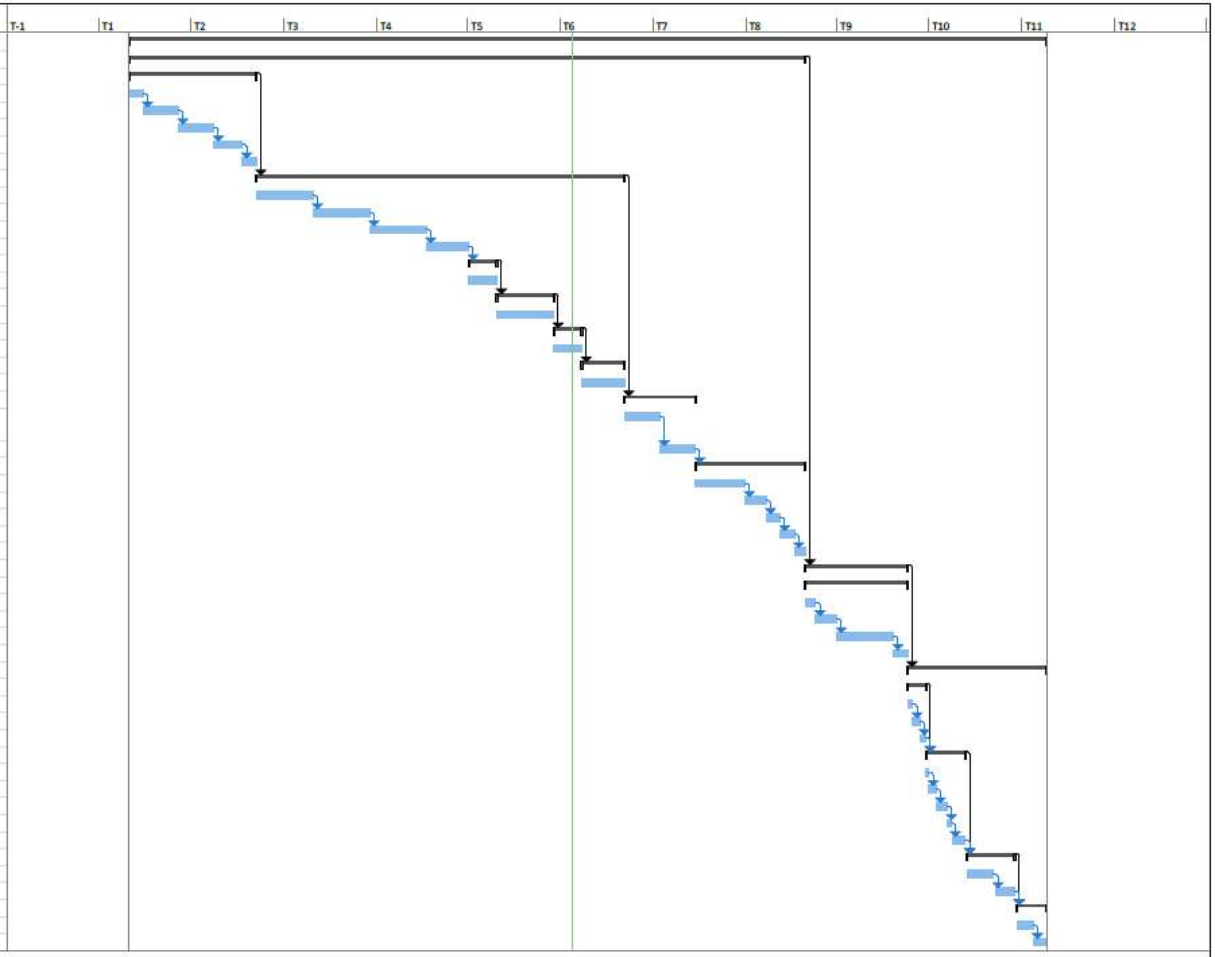
Distancia mínima a arbolado =1,5+1,2=1,7 m

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

12. CRONOGRAMA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración
1		PROYECTO LAS FUNTECILLAS	648 días
2		INSTALACION PARQUE EOLICO	477 días
3		*EJECUCIÓN VIALES P.E.*	*90 días*
4		Replanteo caminos	10 días
5		Movimiento de tierras	25 días
6		Firmes y pavimentos	25 días
7		Red de agua	20 días
8		Señalización	10 días
9		*OBRA CIVIL P.E.*	*260 días*
10		Movimiento de tierras	40 días
11		Desbroce de caminos, zona plataformas,	40 días
12		Arreglo caminos, zona plataformas, ...	40 días
13		Zahorra artificial	30 días
14		*SUMINISTRO DE VIROLAS*	*20 días*
15		Aeros 1 al 8	20 días
16		*APERTURA DE CIMENTACIONES*	*40 días*
17		Aeros 1 al 8	40 días
18		*FERRALLADO*	*20 días*
19		Aeros 1 al 8	20 días
20		*HORMIGONADO*	*30 días*
21		Aeros 1 al 8	30 días
22		*MONTAJE DE AEROGENERADORES*	*50 días*
23		Acopio equipamiento electromecánico Aeros 1 al 8	25 días
24		Montaje electromecánico Aeros 1 al 8	25 días
25		*CANALIZACIONES MT P.E.*	*77 días*
26		Excavaciones	35 días
27		Tendido cable	15 días
28		Relleno zanjas	10 días
29		Limpieza obra	10 días
30		Pruebas y puesta en tensión	7 días
31		LÍNEA DE EVACUACION	73 días
32		*LÍNEA AÉREA 132 kV*	*73 días*
33		Acopio de material	8 días
34		Trazo y replanteo de apoyos	15 días
35		Cimentación y colocación de apoyos	40 días
36		Cableado línea de evacuación	10 días
37		SUBESTACION ELEVADORA 132/30 kV	98 días
38		*EDIFICIO DE CONTROL*	*12 días*
39		Obra civil	3 días
40		Instalación interior	5 días
41		Instalación eléctrica	4 días
42		*MONTAJE ELECTROMECÁNICO*	*29 días*
43		Red de tierras	3 días
44		Cableado potencia	5 días
45		Transformador 25 MVA 132/30 kV	7 días
46		Cableado control	4 días
47		Pruebas y puesta en tensión	10 días
48		*PARQUE DE 30 KV*	*35 días*
49		Celdas media tension	20 días
50		Aparamenta	15 días
51		*PARQUE DE 132 KV*	*22 días*
52		Estructura interperie	12 días
53		Aparamenta	10 días



Proyecto: Cronograma Paruqe Eo
Fecha: mar 13/07/21

Tarea · División · Hito · Resumen · Resumen del proyecto · Tareas externas · Hito externo · Tarea inactiva · Hito inactivo · Resumen inactivo · Tarea manual · Sólo duración · Informe de resumen manual · Resumen manual · Sólo el comienzo · Sólo fin · Fecha límite · Progreso · Progreso manual

Página 1

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CAPÍTULO 2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. RESUMEN PRESUPUESTO

1	Parque Eolico Las Fuentecillas 16 MW				€
1.1	**Parque Eólico**	**Unidad**	**Mediciones**	**€**	**9.403.344,00 €**
1.1.1	Maquinaria y equipos				8.800.000,00 €
1.1.1.1	Aerogenerador 2 MW	Unidades	8,00	1.100.000,00	8.800.000,00 €
1.1.2	Obra civil				555.568,00 €
1.1.2.1	Montaje de aerogenerador	Unidades	8,00	27.000,00	216.000,00 €
1.1.2.2	Plataformas (50mx50m): - Desmonte y terraplenado de terrenos - Uso de zahorras	Unidades	8,00	27.500,00	220.000,00 €
1.1.2.3	Cimentaciones de Aerogenerador: - Diametros de 24 m	Unidades	8,00	5.000,00	40.000,00 €
1.1.2.4	Viales - Desmonte y terraplenado de terrenos - Uso de zahorras	m2	30.210,00	0,80	24.168,00 €
1.1.2.5	Zanjas - Movimiento de Tierra - Arquetas registables	m	5.540,00	10,00	55.400,00 €
1.1.3	Instalación eléctrica				47.776,00 €
1.1.3.1	Sistema colector - Conductor 95, 150 mm	m	1.928,00	15,00	28.920,00 €
1.1.3.2	Sistema de comunicación - Fibra óptica	m	1.928,00	2,00	3.856,00 €
1.1.3.3	Sistema de tierras	unidades	1,00	15.000,00	15.000,00 €
1.3	**Línea de Evacuación**	**Unidad**	**Mediciones**	**€**	**598.580,00 €**
1.3.1	Maquinaria y equipos				597.080,00 €
1.3.1.1	Línea Aérea - Conductor LA-180 - Kit de empalmes	km	8,80	67.850,00	597.080,00 €
1.3.2	Obra civil				1.500,00 €
1.3.2.2	Cimentación apoyos - Movimiento de Tierra - Arquetas registables	m	30,00	50,00	1.500,00 €
1.4	**Subestación Elevadora**	**Unidad**	**Mediciones**	**€**	**1.125.000,00 €**
1.4.1	Maquinaria y equipos				**967.000,00 €**
1.4.1	Parque de 30 kV	Unidades	1,00	167.000,00	167.000,00 €
1.4.2	Parque de 132 kV	Unidades	1,00	350.000,00	350.000,00 €
1.4.3	Transformador25 MW	Unidades	1,00	450.000,00	450.000,00 €
1.4.2	Obra civil				158.000,00 €
1.4.1.1	Construccion y montaje de SET	Unidades	1,00	158.000,00 €	158.000,00 €
TOTAL					11.126.924,00 €
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD					21.532 €
TOTAL PROYECTO DE EJECUCION MATERIAL (PEM)					**11.126.924,00 €**
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS					**10.364.080,00 €**
TOTAL OBRA CIVIL					**715.068,00 €**
TOTAL INSTALACION ELECTRICA					**47.776,00 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA Colegiado nº 00126343

CAPÍTULO 3. ANEXOS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ANEXO I RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA)

A continuación, se presenta la relación actualizada de todos los datos de las parcelas afectadas por el parque eólico y su sistema de evacuación.

PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS					
Nº	DATOS PARCELA				
	Termino Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Ref Catastral
1	CAMARILLAS	TERUEL	505	5270	44055A50505270
2	CAMARILLAS	TERUEL	505	32	44055A50500032
3	CAMARILLAS	TERUEL	506	5	44055A50600005
4	CAMARILLAS	TERUEL	506	5311	44055A50605311
5	CAMARILLAS	TERUEL	506	20007	44055A50620007
6	CAMARILLAS	TERUEL	506	9001	44055A50609001
7	ALIAGA	TERUEL	1	184	44017A00100184
8	ALIAGA	TERUEL	1	186	44017A00100186
9	ALIAGA	TERUEL	1	214	44017A00100214
10	ALIAGA	TERUEL	1	220	44017A00100220
11	ALIAGA	TERUEL	1	246	44017A00100246
12	ALIAGA	TERUEL	2	83	44017A00200083
13	ALIAGA	TERUEL	2	93	44017A00200093
14	ALIAGA	TERUEL	2	110	44017A00200110
15	ALIAGA	TERUEL	2	114	44017A00200114
16	ALIAGA	TERUEL	2	115	44017A00200115
17	ALIAGA	TERUEL	2	116	44017A00200116
18	ALIAGA	TERUEL	2	149	44017A00200149
19	ALIAGA	TERUEL	2	151	44017A00200151
20	ALIAGA	TERUEL	2	152	44017A00200152
21	ALIAGA	TERUEL	2	10098	44017A00210098
22	ALIAGA	TERUEL	2	10099	44017A00210099
23	ALIAGA	TERUEL	2	10105	44017A00210105
24	ALIAGA	TERUEL	2	20082	44017A00220082
25	ALIAGA	TERUEL	12	84	44017A01200084
26	ALIAGA	TERUEL	12	88	44017A01200088
27	ALIAGA	TERUEL	12	91	44017A01200091
28	ALIAGA	TERUEL	12	96	44017A01200096
29	ALIAGA	TERUEL	12	97	44017A01200097
30	ALIAGA	TERUEL	13	107	44017A01300107
31	ALIAGA	TERUEL	13	130	44017A01300130
32	ALIAGA	TERUEL			6266901XL9065N
33	ALIAGA	TERUEL			6268201XL9056N
34	ALIAGA	TERUEL	1	9001	44017A00109001
35	ALIAGA	TERUEL	1	9010	44017A00109010

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

36	ALIAGA	TERUEL	2	9002	44017A00209002
37	ALIAGA	TERUEL	2	9007	44017A00209007
38	ALIAGA	TERUEL	2	9008	44017A00209008
39	ALIAGA	TERUEL	2	9012	44017A00209012
40	ALIAGA	TERUEL	12	9003	44017A01209003
41	ALIAGA	TERUEL	12	9005	44017A01209005
42	ALIAGA	TERUEL	2	94	44017A00200094
43	ALIAGA	TERUEL	2	100	44017A00200100
44	ALIAGA	TERUEL	2	109	44017A00200109
45	ALIAGA	TERUEL	2	113	44017A00200113
46	ALIAGA	TERUEL	2	10082	44017A00210082
47	ALIAGA	TERUEL	2	20098	44017A00220098

Tabla 50 RBDA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ANEXO II CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los aerogeneradores del Parque Eólico Las Fuentecillas se enlazan en 3 circuitos subterráneos de media tensión hasta la subestación elevadora Fuentecillas. Esta red subterránea será en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, a 50 Hz de frecuencia y a la tensión nominal de 30 kV.

1.1. Cálculos de conductores (aislados B.T. y M.T)

1.1.1. Intensidades Nominales

Corrientes de los aerogeneradores

Para el cálculo de la intensidad del aerogenerador se ha realizado mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot Cos\ \varphi}$$

Donde:

- P = potencia evacuada generada por el Aerogenerador
- V = tensión del aerogenerador
- $Cos\ \varphi$= factor de potencia (se ha considerado un valor de 0,95)

Se tendrá las siguientes corrientes para el aerogenerador.

.

Potencia (kW)	Tensión BT (V)	Tensión MT (kV)	Corriente BT (A)	Corriente MT (A)
2.000	690	30	1.761,56	40,52

Intensidad de todos los Aerogeneradores (MT 30kV):

Sumando la corriente de cada aerogenerador se obtiene una intensidad de:

$$I_T = N^{\underline{o}}\ Aero \cdot I_{MT} = 8 \cdot 40{,}52 = 324{,}13\ A$$

1.2. Sección de conductores

1.2.1. Criterios de cálculo

Para Media tensión, los cálculos de las secciones de los conductores se realizarán según los siguientes criterios:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Intensidad permanente máxima admisible.
- Caída de tensión.
- Intensidad de cortocircuito máxima admisible.
- Pérdidas máximas por efecto de Joule (RI2):
    - En línea de M.T., interconexión Generador – "trafo" <1%.
    - En líneas colectoras de M.T. <1.6

1.2.2. Línea de interconexión Generador - "trafo" en B.T. (690 V)

El fabricante suministrará un cable que se ajuste a las características necesarias para cumplir con el reglamento.

1.2.3. Línea de interconexión Trafo – celdas de M.T. (30kV)

Como se ha indicado la tensión de alimentación es de 30 KV, y se pretende comprobar que la interconexión de media tensión es la correcta. Se instalarán 3 cables unipolares designación UNE RHZ1 18/30 KV de 95 mm² Al, campo radial.

El cálculo de la línea de M.T. se realizará según los criterios enunciados anteriormente:

1.2.3.1. Intensidad permanente máxima admisible.

La intensidad máxima admisible para el cable UNE DHZ1 18/30 KV es de 205 A para el conductor de sección 95 mm² en Al al aire y a 40ºC según ITC LAT 06 Tabla 13:

Imax = 205 A

Muy superior a los 40,52 calculados, que corresponden a 2.000KW para 30.000 V.

1.2.3.2. Caída de tensión

La caída de tensión se calculará según la fórmula:

$$u\% = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I(R \cdot Cos\ \varphi + X \cdot Sen\ \varphi) \cdot 100}{U \cdot 1000}$$

La caída de tensión sera prácticamente despreciable.

1.2.3.3. Perdidas por efecto Joule.

Son despreciables al ser tan baja la caída de tensión.

1.2.4. Líneas colectoras de Media Tensión y alimentación centro control

Se han previsto 2 líneas colectoras, con sección determinada, por los cables de 95, 120, 150, 180, 240, 300, 400,500, 630 y 800 mm2, en aluminio, UNE RHZ1 18/30 KV. La línea

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

de evacuación la formarán los cables desde los últimos aerogeneradores del circuito hasta la SET.

Para su cálculo, se han adoptado los criterios enunciados anteriormente

Las potencias, distancia y secciones a comprobar se reflejan en el Esquema unifilar del parque.

1.2.4.1. Intensidades permanentes, Caídas de tensión y pérdidas por efecto Joule

Según ITC LAT 06 tabla 6 las intensidades permanentes máximas admisibles, para cable directamente enterrado a 25ºC serán:

Ternas	Factor	Al 95 mm2	Al 150mm2	Al 240mm2	Al 400mm2	Al 500mm2
1	1,000	205	260	345	445	590
2	0,820	168	213	283	365	484
3	0,730	150	156	252	325	431
4	0,680	139	106	235	303	401
5	0,640	131	68	221	285	378
6	0,610	125	41	210	271	360
7	0,590	121	24	204	263	348

Para los cables de secciones no contempladas en el reglamento se atenderá a especificaciones de los fabricantes.

La fórmula aplicada para la caída de tensión será:

$$u\% = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I(R \cdot Cos\ \varphi + X \cdot Sen\ \varphi) \cdot 100}{U \cdot 1000}$$

Siendo:
u% = Caída de tensión en %.
L = Longitud en Km
R = Resistencia del cobre en Ω/km
X = Reactancia del cobre en Ω/km
U = Tensión nominal en V
I = Corriente nominal (incrementada en un 7% para cálculos)
Cos φ = 0,95
Sen φ = 0,31

Con lo anteriormente expuesto se han confeccionado unas tablas de cálculo en las que se comprueban que las líneas colectoras, con las distintas magnitudes expuestas por columnas, resuelven sobradamente los criterios de cálculo indicados, más el de pérdidas máximas por “efecto de Joule”. Seguidamente se exponen, los resultados obtenidos de:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Intensidad permanente máxima admisible.
- Caída de tensión.
- Pérdidas de potencia por “efecto de Joule” (en el circuito).

Circuito 1																			
Sub circuito	DE	A	U (kV)	Pot. Acum (kW)	Long Cable (km)	Temas. Zanjas	Factor temas	Sección	R	X	Intensidad max	Intensidad (A)	ΔV Parcial (V)	ΔV Acum (V)	ΔV Acum (%)	Pot Perdidas Parcial (kW)	Pot Perdidas Acum(kW)	Pot Perdidas Acum(%)
1	AE1	SET	30	2000	0,344	1	1	Al 95 mm2	0,41	0,132	234,19 A	40,52	10,40	10,40	0,035	0,69	0,69	0,035
Caida de tensión maxima															0,035			
Perdidas de potencia línea															0,69	0,035		
Perdídas total parque															63,06	0,394		

Circuito 2																			
Sub circuito	DE	A	U (kV)	Pot. Acum (kW)	Long Cable (km)	Temas. Zanjas	Factor temas	Sección	R	X	Intensidad max	Intensidad (A)	ΔV Parcial (V)	ΔV Acum (V)	ΔV Acum (%)	Pot Perdidas Parcial (kW)	Pot Perdidas Acum(kW)	Pot Perdidas Acum(%)
1	AE5	AE4	30	2000	0,911	1	1	Al 95 mm2	0,41	0,132	234,19 A	40,52	27,54	27,54	0,092	1,84	1,84	0,023
1	AE4	AE3	30	4000	0,56	1	0,86	Al 95 mm2	0,41	0,132	201,41 A	81,03	33,85	61,39	0,205	4,52	6,36	0,080
1	AE3	AE2	30	6000	0,571	1	0,86	Al 150 mm2	0,264	0,123	255,44 A	121,55	34,77	96,15	0,321	6,68	13,04	0,163
1	AE2	SET	30	8000	0,359	1	0,86	Al 150 mm2	0,264	0,123	255,44 A	162,06	29,14	125,30	0,418	7,47	20,51	0,256
Caida de tensión maxima															0,418			
Perdidas de potencia línea															20,51	0,256		
Perdídas total parque															63,06	0,394		

Circuito 3																			
Sub circuito	DE	A	U (kV)	Pot. Acum (kW)	Long Cable (km)	Temas. Zanjas	Factor temas	Sección	R	X	Intensidad max	Intensidad (A)	ΔV Parcial (V)	ΔV Acum (V)	ΔV Acum (%)	Pot Perdidas Parcial (kW)	Pot Perdidas Acum(kW)	Pot Perdidas Acum(%)
1	AE8	AE7	30	2000	0,732	1	1	Al 95 mm2	0,41	0,132	234,19 A	40,52	22,13	22,13	0,074	1,48	1,48	0,025
1	AE7	AE6	30	4000	0,669	1	1	Al 95 mm2	0,41	0,132	234,19 A	81,03	40,44	62,57	0,209	5,40	6,88	0,115
1	AE6	SET	30	6000	2,989	1	0,86	Al 150 mm2	0,264	0,123	255,44 A	121,55	181,99	244,55	0,815	34,97	41,85	0,698
Caida de tensión maxima															0,815			
Perdidas de potencia línea															41,85	0,698		
Perdídas total parque															63,06	0,394		

1.2.4.2. Intensidad de cortocircuito máxima admisible–cables M.T. (Al)

EL cable estára protegido en cada C.T. de aerogenerador por un interruptor con tiempo de desconexión por cortocircuito inferior a 0,1 sg. Para este tiempo con una temperatura inicial de 90ºC y final de 250 ºC las corrientes máximas admisibles para las distintas secciones de cable en aluminio enterrado, según ITC LAT 06 tabla 26 son:

Cable Al	Sección	ρ 0,1 s A/mm2	kA
XLPE o EPR	95	298	28,31
XLPE o EPR	150	298	44,70
XLPE o EPR	240	298	71,52
XLPE o EPR	400	298	119,20
XLPE o EPR	500	298	149,00

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Las secciones de cables seleccionadas cumplirán con las corrientes de cortocircuito presentadas para el caso más desfavorable, de modo que en cada caso sean inferiores a las que aparecen en la tabla mostrada con anterioridad.

1.3. Cálculos de aislamiento

1.3.1. Nivel de Aislamiento a 30kV (Aerogenerador)

1.3.1.1. Transformadores, aparellaje y celdas M.T.

Según la MIE-RAT 12, tabla 1, los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del Grupo A, en este caso la tensión más elevada sería 36kV:

Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (lista 2) 170 KV-cresta.
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial 70 KV-efic.

Las características eléctricas del transformador, aparellaje y celdas cumplen estos niveles de aislamiento.

1.3.1.2. Cables de Media Tensión (norma CEI/287)

Tensión nominal

Aunque el secundario de los transformadores de 30kV y del de potencia es en triángulo, el neutro de la red de M.T. está conectado a tierra a través de una reactancia que limita la intensidad de defecto a tierra (ver proyecto SET).

La tensión simple de la red fase-neutro, será: $U = \frac{30}{\sqrt{3}} = 17{,}32\ kV$

La red según CEI (publicación 183) es de 1ªcategoría, porque la duración de un defecto entre fasetierra, no sobrepasa en general 1h., incluso admite para cables de campo radial un máximo de 8h.; el tiempo real de desconexión para en la red prevista no superará 1sg.

Se adoptará según Normas un cable para M.T. de:

UO/U = 18/30 KV

1.3.2. Distancias y zonas de protección a 30KV

Las distancias mínimas a respetar por los conductores activos desnudos para la tensión más elevada del material de 36KV-170KV-cr., según ITC-RAT-12, tabla 1 son:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Distancia mínima fase – tierra en al aire, exige 32cm.
- Distancia mínima entre fases en el aire, exige 32cm.
- La distancia real será de 500cm. (distancia en bornas en el trafo SSAA)

Pasillos de servicios (interior centro de seccionamiento)

Según la ITC-RAT 14 6 las anchuras de los pasillos de servicio serán de 0.8, 1 y 1.2m como mínimo según sean pasillos de inspección, maniobra a un solo lado o de maniobra a ambos lados.

La anchura real será de 3 m como mínimo.

La distancia de los elementos en tensión a tabiques no conductores será de un mínimo de 27cm

La distancia de los elementos en tensión a tabiques conductores será de un mínimo de 30cm

La distancia de los elementos en tensión a pantallas o enrejados será de un mínimo de 37cm

La distancia de los elementos en tensión a barreras (barandillas listones cadenas etc.) será de un mínimo de 80 cm

Para las pantallas, tabiques macizos y enrejados, la distancia vertical del borde superior de la protección al suelo será de 1,80m. En el caso de existencia de borde inferior vertical, esta tendrá una distancia máxima al suelo de 0,4m.

1.4. Cálculos justificativos del sistema de puesta a tierra

Como se ha expresado anteriormente se proyecta un sistema total de tierra, para las instalaciones de Alta (220kV), Media (30KV) y Baja Tensión (690 y 400 V), que interesa resaltar es único, incluso para las tierras de protección y de servicio; estando compuesta por:

- Puesta a tierra de aerogeneradores (anillo de 5m de diámetro de cable de cobre desnudo de 50mm2 de sección alrededor de cada aerogenerador por encima de la cimentación, unido diametralmente a dos picas de cobre de 2m de longitud y de 2cm de diámetro.

- Anillo de puesta a tierra de Centro de Seccionamiento y Celdas M.T (no se considera en los cálculos de resistencia de tierra)

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación, se provoca una elevación del potencial del electrodo, a través del cual circula la corriente hacia tierra, apareciendo sobre el terreno gradientes de potencial.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Por lo tanto, al diseñar los electrodos de puesta a tierra deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial: Tensiones de paso y de contacto.

- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.

- Valor de la intensidad de defecto que haga funcionar las protecciones, asegurado la eliminación de la falta.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2. CÁLCULO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN - LÍNEA AÉREA

2.1. Cálculos Eléctricos

La reactancia kilométrica de la línea viene dada por la siguiente ecuación.

$$X_K = \omega L_K = 2\pi f L_K$$

(A.C 1)

En donde:

X_K: Reactancia kilométrica de la línea en Ω/km.

ω: Pulsación de la corriente eléctrica.

L_K: Coeficiente de autoinducción por kilómetro de línea en H/km.

f: *Frecuencia de la red en Hz.*

Para calcular el coeficiente de autoinducción por kilómetro de la línea utilizamos la expresión.

$$L_K = \frac{1}{n_{Cir}} * \left[\frac{\mu}{2 * n} + 4{,}605 * log_{10}\frac{DMG}{r_{eq}}\right] * 10^{-4}$$

(A.C.2)

En donde:

L_K: Coeficiente de autoinducción por kilómetro de línea en H/km.

n_{cir}: Número de circuitos de la línea.

μ: Permeabilidad magnética del conductor. Que para el cobre, aluminio, aluminio-acero tiene un valor de 1.

n: Número de conductores por fase.

DMG: Separación media geométrica en milímetros.

r_{eq}: Radio equivalente del conductor en milímetros.

2.1.1. Intensidad máxima admisible en el conductor

En el punto 4.2.1 de la ITC-LAT 07, para el conductor utilizado en la presente línea eléctrica obtenemos la densidad máxima de corriente permitida según su sección. Por tanto, la intensidad máxima admitida por el conductor se obtendrá mediante la ecuación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

$$I_{Máx.} = \delta * S$$

(A.C.3)

En donde:

$i_{Máx.}$: Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

δ: Densidad máxima de corriente en A/mm^2.

S: Sección del conductor en milímetros.

2.1.2. Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea, despreciando la capacidad viene dada por:

$$\Delta V = I\left[R_K cos(\varphi) + X_K cos(\varphi)\right]L$$

(A.C.4)

En donde:

ΔV: Caída de tensión en voltios.

I: Intensidad de la línea en A.

R_K: Resistencia kilométrica de la línea en Ω/km.

X_K: Reactancia kilométrica de la línea en Ω/km.

φ: Factor de potencia.

L: Longitud de la línea en km.

2.1.3. Potencia máxima a transportar

2.1.3.1. POTENCIA MÁXIMA POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR:

Para calcular la potencia que máxima que se puede transportar por la línea por intensidad se utilizará el valor de intensidad máxima obtenido, ecuación (A.C.3) del presente anexo, por tanto, para calcular la potencia aparente se utilizará la expresión:

$$S_{Máx} = \sqrt{3} * I_{Máx} * V$$

(A.C.5)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En donde:

$S_{Máx.}$: Potencia aparente máxima por límite térmico en kVA.

$I_{Máx.}$: Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

V: Tensión eléctrica de la línea en kV.

Y para la potencia aparente:

$$P_{Máx} = \sqrt{3} * I_{Máx} * V * cos(\varphi)$$

(A.C.6)

En donde:

$P_{Máx.}$: Potencia activa máxima por límite térmico en kW.

$I_{Máx.}$: Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

V: Tensión eléctrica de la línea en kV.

2.1.3.2. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR POR CAÍDA DE TENSIÓN:

Para comprobar la potencia que se puede transportar con la longitud de la línea con una determinada caída de tensión. Para ello utilizaremos el momento eléctrico, que nos ofrece la siguiente ecuación.

$$P_{Max} = \frac{U^2 * u\%}{\left(R_K + X_k * tg(\varphi)\right) * L_{Línea} * 100}$$

(A.C.7)

En donde:

$P_{Máx.}$: Potencia activa máxima por caída de tensión en kW.

U: Tensión eléctrica de la línea en kV.

u: Caída de tensión porcentual en %.

R_K: Resistencia kilométrica de la línea en Ω/km.

X_K: Reactancia kilométrica de la línea en Ω/km.

φ: Factor de potencia.

L_{Linea}: Longitud de la línea en km.

2.2. Características del Aislamiento

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2.2.1. Tipos de cadenas.

2.2.1.1. Cadenas de Suspensión.

Las características y especificaciones son en función del tipo de cadena:

- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple y protección avifauna para conductor LA-180 y 132 kV.
- Código de la cadena: LA180-132kV-SUS-SIM-VID.
- Nº de elementos: 6 Uds.
- Tipo de elementos: U70BS.
- Longitud: 1030,000 mm.
- Peso: 22,560 daN.
- Línea de fuga: 1920,000 mm.
- Carga de destrucción electromecánica: 7000,000 daN.

2.2.1.2. Cadenas de Suspensión.

Este tipo de cadena solo se usará en apoyos de alineación con seguridad reforzada por cruzamiento de accidentes que así lo precisen, como: carreteras, ríos, ramblas, ferrocarril, casas, naves, invernaderos, etc.

Doble cadena y varilla preformada, cada cadena estará compuesta por:

No hay cadenas de este tipo en la línea.

2.2.1.3. Cadenas de anclaje-amarre.

Doble cadena, cada cadena estará compuesta por:

- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple para conductor LA-180 y 132 kV de tensión.
- Código de la cadena: LA180-132kV-ANC-SIM-VID.
- Nº de elementos: 6 Uds.
- Tipo de elementos: U70BS.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Longitud: 1212,000 mm.
- Peso: 23,785 daN.
- Línea de fuga: 1920,000 mm.
- Carga de destrucción electromecánica: 7000,000 daN.

2.2.1.4. Cadenas de anclaje – amarre de cruce.

Doble cadena, cada cadena estará compuesta por:

No hay cadenas de este tipo en la línea.

2.3. Características del Conductor.

2.3.1. Descripción.

Se proyecta la línea con cable de Aluminio-Acero de 181,60 mm² de sección total, con las características que a continuación se citan.

Conductor LA-180 (181,60 mm²):

- Designación: LA-180.
- Sección (mm²): 181,60.
- Diámetro (mm): 17,500.
- Carga de rotura (daN): 6517.
- Peso (daN/m): 0,675.
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 8200.
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,00001784.
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,194.
- Composición: 30+.

2.3.2. Cálculos mecánicos de los conductores.

El trazado de la línea está comprendido entre las cotas 562,1 m. y 68,1 m. por lo que según el vigente Reglamento esta línea se encuentra en ZONA A, B.

2.3.3. Constante de Catenaria para el trazado de la Línea.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La constante de catenaria viene definida por la siguiente expresión:

$$C = \frac{T}{p}$$

(A.C.8)

En donde:

C: Constante de la catenaria en m.

T: Tensión mecánica en daN.

p: Peso del conductor en daN/m.

Para el trazado de la línea se deberá utilizar la curva catenaria que produzca las flechas verticales máximas, dichas flechas máximas se producirán en cada zona en las hipótesis que muestra la siguiente tabla:

Zona	Hipótesis
A	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor
B	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor - 0° más la sobrecarga de hielo
C	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor - 0° más la sobrecarga de hielo

La constante menor y más vertical determinará la constante con la que se dibujará la línea eléctrica. Estas dos constantes son.

$$c_{Temp.} = \frac{T_{Temp.}}{p_{Cond}}$$

(A.C.9)

$$c_{0+H} = \frac{T_{0+H}}{S_H}$$

(A.C.10)

En donde:

C: Constante de la catenaria en m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

T_{Temp}: Tensión mecánica en las condiciones de temperatura máxima fijada para el conductor en daN.

p: Peso del conductor sin sobrecarga en daN/m.

T: Tensión mecánica en las condiciones de 0° y la sobrecarga de hielo en daN.

S_H: Peso del conductor más el manguito de hielo considerado en las zonas B y C en daN/m.

Se escogerá la menor constante de las hipótesis anteriores, que por otra parte será la que produzca una curva más vertical, o más cerrada, que origina unas flechas máximas mayores y tensiones menores. Esta constante es aproximada y posteriormente se calculará la constante real en cada alineación o vano de regulación existentes en la línea. Este valor de la constante de catenaria real en cada alineación figura en la tabla del anexo de cálculos.

2.3.4. Vano de Regulación.

Los tramos de línea que se encuentran entre apoyos con de amarre y anclaje, de alineación al ángulo y final/principio de línea, que proporcionan puntos fuertes a la línea, tramos entre los cuales se encuentran colocados apoyos de alineación-suspensión o ángulo-suspensión, que deben tener las cadenas perfectamente verticales, se deben igualar las componentes horizontales de la tensión en cada uno de los vanos para que estas cadenas no sufran desviación alguna.

Si varían las condiciones de equilibrio aparecen diferencias entre las componentes horizontales de la tensión en los distintos vanos, situación que queda en la realidad compensada por la desviación de las cadenas, que en estas condiciones dejan de estar perfectamente en equilibrio.

Por tanto como se puede demostrar las condiciones de equilibrio al modificarse hacen que las componentes horizontales de los vanos que componen la alineación varíen en la misma magnitud, del mismo modo que lo harían las componentes horizontales de un vano con una longitud ficticia denominado vano de regulación. El cálculo de este vano de regulación se realiza para cada una de las alineaciones de las que está compuesta la línea eléctrica, para este cálculo utilizamos la siguiente ecuación.

$$a_r = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{b_i^2}{a_i}} * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} a_i^3}{\sum_{i=1}^{n} \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

(A.C.11)

2.3.5. Componente horizontal máxima.

Cuando se ha realizado el trazado de la línea utilizando la constante de catenaria de flechas máximas para trazado elegida, se calcularán las componentes horizontales

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

máximas para cada una de las alineaciones de que consta la línea. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación.

$$T_0 = \frac{\left(T_A - \frac{p * |h|}{2}\right) + \sqrt{\left(T_A - \frac{p * |h|}{2}\right)^2 - \frac{b^2 * p^2}{2}}}{2 * \frac{b}{a}}$$

(A.C.1)

En donde:

T_0: Componente horizontal máxima en daN.

T_A: Tensión en el punto más elevado de fijación del conductor, correspondiente a la carga de rotura del conductor dividida por un coeficiente de seguridad de la línea en daN.

a: Longitud proyectada del vano en m.

b: Longitud real del vano en m.

h: Desnivel del vano en m.

p_Z: Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Esta ecuación se aplicará a cada uno de los vanos que componen cada alineación, escogiendo en cada una de las alineaciones el valor más pequeño de la componente horizontal de la tensión, ya que esta componente horizontal de valor menor dará lugar a tensiones menores y por tanto a flechas verticales mayores.

2.3.6. Ecuación de cambio de condiciones.

Para el cálculo de las tensiones en la línea eléctrica se utilizará la ecuación de cambio de condiciones, dicha ecuación es la siguiente.

$$\delta * a * (t - t_0) + \frac{a}{S * E} * (T - T_0) = \frac{a^3}{24} * \left(\frac{p^2}{T^2} - \frac{p_0^2}{T_0^2}\right)$$

(A.C.2)

En donde:

δ: Coeficiente de dilatación lineal en °C^{-1}.

a: Longitud proyectada del vano en m.

t: Temperatura en las condiciones finales de cálculo de la tensión en °C.

t_0: Temperatura de correspondiente a la zona de cálculo en °C.

S: Sección del conductor en mm^2.

E: Módulo de elasticidad en daN/mm^2.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

T: Componente horizontal en las condiciones finales de cálculo en daN.

T_0: Componente horizontal máxima en cada alineación en daN.

p: Peso del conductor en las condiciones finales de cálculo en daN/m.

p_0: Sobrecarga correspondiente a la sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Operando con la ecuación de cambio de condiciones se puede obtener otra ecuación que permita el cálculo de la tensión buscada, como resultado se obtiene la siguiente ecuación.

$$T^2 * (T + A) = B$$

(A.C.3)

Ecuación en la que los coeficientes A y B se pueden obtener fácilmente de la ecuación de cambio de condiciones aplicándose las siguientes ecuaciones.

$$A = \delta * (t - t_0) * S * E - T_0 + \frac{a^2 * p_0^2}{24 * T_0^2} * S * E$$

(A.C.4)

$$B = \frac{a^2 * p^2}{24} * S * E$$

(A.C.5)

Resolviendo la ecuación de tercer grado se obtienen tres soluciones, dos imaginarias conjugadas y una tercera real que corresponderá al valor de la tensión en las condiciones de cálculo buscadas.

2.3.7. Cálculo de flechas.

Para el cálculo de flechas se utiliza la longitud real del vano, la ecuación que permite el cálculo de la flecha se obtiene a partir del desarrollo en serie por la fórmula de Mac Laurin de la función.

$$y = c * ch\frac{x}{c}$$

(A.C.6)

En donde:

X: Longitud en m.

C: Constante de la catenaria.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Desarrollando esta ecuación por Mac Laurin hasta el tercer término se obtiene la expresión a utilizar para el cálculo de flechas en las hipótesis de cálculo requeridas y cuya forma es.

$$f = \frac{a * b * p}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right)$$

(A.C.7)

En donde:

f: Valor de la flecha en metros.

p: Peso del conductor en la hipótesis de cálculo en daN/m.

a: Longitud proyectada del vano en metros.

b: Longitud real del vano en metros.

T: Valor de la tensión en las condiciones de cálculo en daN.

El resumen de cálculos de tensiones y flechas, tanto para las hipótesis Reglamentarias, como para la tabla de tendido, figuran en las tablas del anexo de cálculos.

2.4. Características de los apoyos.

2.4.1. Cálculo mecánico de los apoyos.

Como es conocido en los apoyos metálicos construidos sobre la base de perfiles laminados en los cuales sus características resistentes están determinadas por los esfuerzos que pueden soportar en dos direcciones perpendiculares, que como es lógico coinciden con la dirección de los dos ejes de simetría del apoyo, y que coinciden con la dirección de la línea y su perpendicular.

Si algún esfuerzo a los que se somete el apoyo no coincide con estas dos direcciones, no se podría utilizar la hipótesis de que el esfuerzo se reparte por igual en las caras de apoyo, dando como resultado en los montantes un esfuerzo superior al que estaría sometido el apoyo si dicho esfuerzo tuviera la dirección de alguno de los ejes de simetría. Por tanto, se deberá obtener el esfuerzo equivalente dirigido según el eje de simetría que produzca el mismo esfuerzo aplicado sobre el montante más cargado. Este esfuerzo equivalente se puede calcular con la siguiente expresión.

$$F = F'\left(\cos(\alpha) + \frac{d_1}{d_2} sen(\alpha)\right) = F'_X + \frac{d_1}{d_2} F'_Y$$

(A.C.8)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En donde:

F: Esfuerzo equivalente en la dirección del eje de simetría en daN.

F': Esfuerzo actuante en daN que no se encuentra en la dirección del eje de simetría.

d_1 y d_2: Distancia entre perfiles en las caras del apoyo en m.

F_X' y F_Y': Componentes del esfuerzo en los ejes de simetría del apoyo en daN.

α: Ángulo formado por el esfuerzo con el eje de simetría.

En la línea objeto del proyecto se han utilizado apoyos metálicos de sección cuadrada, apoyos en los cuales d_1 es igual a d_2, por tanto, la ecuación anterior como es fácil de deducir para apoyos metálicos de sección cuadrada queda.

$$F = F_X' + F_Y'$$
(A.C.9)

2.4.1.1. Esfuerzos verticales que actúan sobre los apoyos.

Para el cálculo de las cargas verticales se deberán distinguir dos hipótesis, la de viento y la de hielo, y la opcional de viento y hielo combinadas en líneas de categoría no especial y obligatoria en las de categoría especial, por tanto, para cada una de ellas utilizaremos una ecuación diferente.

La ecuación de viento se utilizará en todas las hipótesis de cálculo de apoyos en la zona A y la primera hipótesis de las zonas B y C. Por el contrario, la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo se utilizará para el cálculo de las hipótesis 2ª, 3ª y 4ª de las hipótesis de cálculo de apoyos reglamentarias para las zonas B y C.

Si la hipótesis de viento más hielo está presente, se utilizará en la segunda correspondiente en las zonas B y C, en las 3ª y 4ª de las líneas de categoría especial.
Veamos las ecuaciones a utilizar en el cálculo de las cargas verticales o permanentes que gravitan sobre el apoyo.

- *HIPÓTESIS DE VIENTO.*

Para esta hipótesis de viento tendremos:

$$V_{Viento} = p * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + c_V * [tg(n_1) \pm tg(n_2)]\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$
(A.C.10)

En donde:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

V_{Viento}: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_V: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Se debe recordar en este punto la ecuación de cálculo de la constante de la catenaria.

$$C = \frac{T}{p}$$

(A.C.11)

En donde:

C: Constante de la catenaria en m.

T: Tensión mecánica en daN.

p: Peso del conductor en daN/m.

Que para las condiciones de cálculo de la hipótesis de viento quedará en la siguiente forma.

$$C_V = \frac{T_V}{p_V}$$

(A.C.12)

En donde:

C_V: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como minino, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

T_V: Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

p_V: *Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.*

El valor de la sobrecarga debida a la acción del viento se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

$$p_V = \sqrt{p^2 + (v * d)^2}$$
(A.C.13)

En donde:

p_V: Sobrecarga de viento en daN/m.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

d: Diámetro en m del conductor.

Para el cálculo de las dos tangentes utilizaremos las siguientes expresiones:

$$tg(n_1) = \frac{h_1}{a_1}$$
(A.C.14)

$$tg(n_2) = \frac{h_2}{a_2}$$
(A.C.15)

En donde:

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

h_1: Desnivel del vano anterior al apoyo en m.

h_2: Desnivel del vano posterior al apoyo en m.

- *HIPÓTESIS DE HIELO.*

Para la hipótesis de hielo tendremos:

$$V_{Hielo} = p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * [tg(n_1) \pm tg(n_2)] + P_{CAD} * N_{CAD}$$
(A.C.16)

En donde:

V_{Hielo}: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El cálculo de la sobrecarga de hielo se obtiene utilizando las siguientes expresiones para las zonas B y C.

$$p_H = p + M_H * \sqrt{d}$$
(A.C.17)

En donde:

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

M_H: Manguito de hielo mínimo según zona en daN.

d: Diámetro del conductor en mm.

El manguito de hielo tendrá un valor mínimo de 0,18 daN/m y 0,36 daN/m para las zonas B y C respectivamente, por último, d es el valor del diámetro del conductor.

Para altitudes superiores a 1500 m, ha de justificarse el valor del manguito de hielo mediante estudios realizados sobre la zona por donde transcurre la línea, no pudiendo en ningún caso considerar valores inferiores a los indicados anteriormente.

- *HIPÓTESIS COMBINADA DE VIENTO Y HIELO.*

En este caso utilizaremos.

$$V_{V+H} = p_H * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + c_{VH} * [tg(n_1) \pm tg(n_2)]\right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$
(A.C.18)

En donde:

V_{V+H}: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h; Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta ocasión la constante de catenaria se tendrá que calcular en las condiciones de viento más hielo según sigue:

$$C_V = \frac{T_{VH}}{p_{VH}}$$

(A.C.19)

En donde:

C_V: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como minino, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

C_{VH}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

p_{VH}: Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento y hielo combinado según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

La sobrecarga de viento más hielo, se obtiene como muestra la siguiente ecuación:

$$p_{VH} = \sqrt{p_H^2 + (V_{VH} * d_{MH})^2}$$

(A.C.20)

En donde:

p_{VH}: Sobrecarga de viento más hielo en daN/m.

p_h: Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

d_{MH}: Diámetro en m del manguito de hielo en m.

2.4.1.2. Esfuerzos producidos por la acción de los conductores sobre los apoyos.

- *ESFUERZO DEL VIENTO.*

El esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea eléctrica se considera que actúa en la dirección perpendicular a esta, la ecuación que permite el cálculo del esfuerzo del viento sobre los conductores es la siguiente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

$$E_V = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.21)

En donde:

E_V: Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Esta ecuación es válida para apoyos que tengan sus vanos orientados en la dirección de la línea como ocurre en los apoyos de alineación en suspensión, amarre y ángulo, además de principio/final de línea. Pero en los apoyos de ángulo la acción del viento no se produce en la dirección perpendicular a la línea eléctrica, sino que lo hace en la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea. Por tanto, será necesario en estos casos multiplicar el esfuerzo anterior por un coeficiente modificándose por tanto la ecuación para el cálculo del esfuerzo del viento en la siguiente forma para los apoyos de ángulo.

$$E_V = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.22)

En donde:

E_V: Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

200.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- *DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES.*

El desequilibrio de tracciones actúa en la dirección de la línea y se calcula mediante la siguiente expresión.

$$D_T = \%P * T$$

(A.C.23)

En donde:

D_T: Esfuerzo producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

P: Porcentaje de cálculo según Reglamento en su ITC-LAT 07 en su apartado 3.1.4, este porcentaje será del 8% para tensiones inferiores o iguales a 66 kV y 15% para tensiones superiores a 66 kV en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión, 15% para tensiones inferiores o iguales a 66 kV y 25% para tensiones superiores a 66 kV en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre, 100% para apoyos de final/principio de línea y 50% para apoyos de anclaje.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los apoyos de amarre y anclaje, tanto en alineación como ángulo dividen dos alineaciones sucesivas de la línea por lo cual en cada uno de sus lados existe una componente horizontal diferente de la tensión, de esta forma el criterio de cálculo seguido en estos tipos de apoyos es utilizar en la ecuación anterior el valor de la componente horizontal de la tensión máxima mayor de las dos alineaciones anterior y posterior al apoyo en cuestión, obteniendo así el esfuerzo mayor que se podría producir por desequilibrio de tracciones.

Esta ecuación solo es válida para apoyos metálicos de sección cuadrada que son los utilizados en esta línea.

- *ROTURA DE CONDUCTORES.*

Según lo indicado anteriormente en esta memoria se puede prescindir del cálculo del esfuerzo de torsión de rotura de conductores para los apoyos de suspensión

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

y amarre, si se cumplen las condiciones impuestas en la ITC-LAT 07 en su punto 3.5.3. Por el contrario, si se calculan para los apoyos de anclaje, final/principio de línea en todas las ocasiones.

Como indica el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.1.5, se deberá calcular el esfuerzo de torsión producido por la rotura de un conductor, para calcular el esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores utilizaremos la siguiente expresión.

$$R_C = \%P * T_0$$

(A.C.24)

En donde:

R_C: Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

P: Porcentaje de cálculo según Reglamento en su ITC-LAT 07 en su apartado 3.1.4, este porcentaje será del 100% para apoyos de final/principio de línea, 100% para apoyos de anclaje, 100% para apoyos de amarre y 50% para apoyos de suspensión de ángulo o alineación.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

- *RESULTANTE DE ÁNGULO.*

En los apoyos de ángulo es necesario calcular la resultante de ángulo para las hipótesis 1ª y 2ª, correspondiente a las condiciones de viento, hielo y en caso de estar presente en viento más hielo. También será necesario en la 3ª y 4ª hipótesis. Las ecuaciones de cálculo de la resultante de ángulo son las siguientes.

  - *HIPÓTESIS DE VIENTO.*

Esta ecuación se aplicará en la 1ª hipótesis de la zona A, B y C, así como en la 3ª y 4ª hipótesis de la zona A. La ecuación es la siguiente.

$$R_{AV} = \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.25)

En donde:

R_{AV}: Resultante de ángulo en las condiciones de viento en daN.

T_V: Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5ºC, -10ºC y -15ºC, como mínimo en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

- *HIPÓTESIS DE HIELO.*

En este caso la expresión que sigue a continuación será aplicable en la 2ª hipótesis de hielo en las zonas B y C, así como en la 3ª y 4ª hipótesis en líneas de categoría no especial en zonas B y C.

$$R_{AH} = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.26)

En donde:

R_{AH}: Resultante de ángulo en las condiciones de hielo en daN.

T_H: Componente horizontal de la tensión bajo las condiciones de temperatura –15ºC como mínimo y sobrecarga debida al hielo según zona para la zona B, y –20ºC como mínimo y sobrecarga debida al hielo según zona para la zona C en daN, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

- *HIPÓTESIS DE VIENTO MÁS HIELO.*

Si esta hipótesis es considerada en líneas de categoría no especial, se aplicará la ecuación de cálculo en la 2ª hipótesis de viento más hielo en zonas B y C. En líneas de categoría especial, se aplicará además de la anteriormente mencionada de 2ª hipótesis de viento más hielo en la 3ª y 4ª para línea situadas en zonas B y C.

$$R_{AVH} = \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.27)

En donde:

R_{AH}: Resultante de ángulo en las condiciones de viento mas hielo en daN.

T_{VH}: Componente horizontal de la tensión bajo las condiciones de temperatura –15ºC como mínimo y sobrecarga debida al viento mas hielo según zona para la zona B,

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

y –20ºC como mínimo y sobrecarga debida al viento mas hielo según zona para la zona C en daN, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

- *DESVIACIÓN DE LA CADENA DE AISLADORES EN APOYOS DE ALINEACIÓN – SUSPENSIÓN POR LA ACCIÓN DEL VIENTO.*

Es necesario calcular el ángulo máximo que se desvían las cadenas de aisladores del tipo suspensión bajo la acción del viento para que los conductores y sus partes en tensión nunca superen la distancia mínima a los apoyos.

Para el cálculo de esta desviación de las cadenas de aisladores se considerará según ITC-LAT 07 apartado 5.4.2 del Reglamento una presión debida a la mitad de la acción del viento, la ecuación que proporciona el ángulo que se desvían las cadenas de alineación debido a la acción del viento en los apoyos de alineación es la siguiente.

$$tan(\gamma) = \frac{\frac{v}{2} * d * \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{E_{VCad}}{2}}{p * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{VM} * \left(tan(n_1) - tan(n_2)\right) + \frac{P_{Cad}}{2}}$$

(A.C.28)

En donde:

γ: Ángulo de desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación bajo la acción del viento.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m^2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m^2 para conductores con un diámetro superior a 16 mm.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{VM}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de temperatura de –5ºC, –10ºC y –15ºC, para las zonas A, B y C respectivamente y sobrecarga debida a la mitad de la presión del viento, con una velocidad de 120 km/h en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

E_{Vcad}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

- *DESVIACIÓN DE LA CADENA DE AISLADORES EN APOYOS DE ÁNGULO – SUSPENSIÓN POR LA ACCIÓN DEL VIENTO.*

En este caso la ecuación a aplicar es.

$$tan(\gamma) = \frac{2 * T_{VM} * cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + \frac{v}{2} * d * \frac{a_1 + a_2}{2} * cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + \frac{E_{VCad}}{2}}{p * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{VM} * \left(tan(n_1) - tan(n_2)\right) + \frac{P_{Cad}}{2}}$$

(A.C.29)

En donde:

γ: Ángulo de desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación bajo la acción del viento.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m^2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m^2 para conductores con un diámetro superior a 16 mm.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{VM}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de temperatura de –5ºC, –10ºC y –15ºC, para las zonas A, B y C respectivamente y sobrecarga debida a la mitad de la presión del viento, con una velocidad de 120 km/h en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

E_{Vcad}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

2.4.1.3. Cálculo de los esfuerzos que actúan sobre los apoyos.

En este apartado se va a tratar el cálculo de los apoyos con sus diferentes hipótesis según fija el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.5.3. Para ello se van a exponer el cálculo de los diferentes tipos de apoyos que fija este artículo del Reglamento.

En estos apartados se van a desarrollar los esfuerzos para el conductor de fase, si la línea estuviera construida con conductor de tierra, los cálculos serian análogos, simplemente con cambiar los parámetros del conductor de tierra por los del conductor de fase.

- *APOYO DE ALINEACIÓN – SUSPENSIÓN.*
  - *1ª HIPÓTESIS DE VIENTO.*

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de –5ºC, -10ºC y -15ºC, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V * \left(tan(n_1) - tan(n_2)\right)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.30)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_V: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$
(A.C.31)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

- *2ª HIPÓPTESIS DE HIELO.*

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no está presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto, en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * \left(tan(n_1) - tan(n_2)\right)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$
(A.C.32)

En donde:

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_H: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Los esfuerzos transversales y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

- *3ª HIPÓTESIS DE VIENTO MÁS HIELO.*

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH} * \left(tan(n_1) - tan(n_2)\right)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.33)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h; Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como con la siguiente fórmula:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$
(A.C.34)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d_M: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60}: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD60}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- *4ª HIPÓTESIS DE DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES.*

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario, para las zonas B y C se procederá como para la 2º hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo, en líneas de categoría no especial, y como la 2ª hipótesis de viento más hielo en las líneas de categoría especial.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.1, cuyo valor es el 8% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 15% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto, el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{8}{100} * T_0$$
(A.C.35)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$
(A.C.36)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

- *5ª HIPÓTESIS DE ROTURA DE CONDUCTORES.*

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$
(A.C.37)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- *APOYO DE ALINEACIÓN – AMARRE.*

  - *1º HIPÓTESIS DE VIENTO.*

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar, las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de –5ºC, -10ºC y -15ºC, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * tan(n_1) - C_{V2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.38)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.39)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- *2º HIPÓTESIS HIELO.*

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto, en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * tan(n_1) - T_{H2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.40)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

- *3º HIPÓTESIS VIENTO MÁS HIELO.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * tan(n_1) - C_{VH2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.41)

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h; Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_{VH1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- C_{VH2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.
- n_1: Pendiente del vano anterior.
- n_2: Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue.

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

(A.C.42)

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
- d_M: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v_{60}: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

E_{VCAD60}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

- *4ª HIPÓTESIS DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES.*

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario, para las zonas B y C se procederá como para la 2º hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento más hielo en líneas de categoría especial.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.2, cuyo valor es el 15% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 25% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto, el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

(A.C.43)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{25}{100} * T_0$$

(A.C.44)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

- *5ª HIPÓTESIS DE ROTURA DE CONDUCTORES.*

Se puede prescindir de la 5ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = T_0$$
(A.C.45)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

- *APOYO DE ALINEACIÓN – ANCLAJE.*

  - *1ª HIPÓTESIS VIENTO.*

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de –5ºC, -10ºC y -15ºC, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * tan(n_1) - C_{V2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$
(A.C.46)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.47)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- *2ª HIPÓTESIS HIELO.*

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Reglamento, por tanto, en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * tan(n_1) - T_{H2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.48)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

- *3ª HIPÓTESIS VIENTO MÁS HIELO.*

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * tan(n_1) - C_{VH2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.49)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h; Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.

C_{VH2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue.

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

(A.C.50)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d_M: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60}: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD60}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

- *4ª HIPÓTESIS DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES.*

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario, para las zonas B y C se procederá como para la 2º hipótesis de cálculo correspondiente a las

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento más hielo en líneas de categoría especial.

Para calcular el esfuerzo por desequilibrio de tracciones utilizaremos la expresión propuesta anteriormente, y que según ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.3 del Reglamento tiene un porcentaje del 50%.

$$L = \frac{50}{100} T_0$$
(A.C.51)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

- *5ª HIPÓTESIS DE ROTURA DE CONDUCTORES.*

Al contrario de lo que sucedía con los dos tipos de apoyos anteriores para los de amarre o suspensión si será necesario calcular la hipótesis de rotura de conductores en cualquiera de las tres zonas de cálculo reglamentarias. En primer lugar, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales que como en la hipótesis anterior si la línea transcurre por la zona A se calcularan igual que las correspondientes a la primera hipótesis, y como las correspondientes a la segunda hipótesis si la línea transcurre por las zonas B y C de cálculo reglamentarias, en función de si la línea es o no de categoría especial.

Según fija en la ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4 del Reglamento será la correspondiente a la rotura de un conductor sin reducción de esfuerzo. Por tanto, la expresión de cálculo quedará.

$$L = T_0$$
(A.C.52)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

- *APOYO DE ÁNGULO – SUSPENSIÓN.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- *1ª HIPÓTESIS VIENTO.*

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en las tres zonas de cálculo reglamentarias, en las condiciones de –5ºC, -10ºC y -15ºC de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento.

En primer lugar, según la ITC-LAT 07 3.5.3 del Reglamento se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, para ello utilizaremos la ecuación correspondiente a la hipótesis de viento.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V * \left(tan(n_1) - tan(n_2)\right)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.53)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_V: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores.

Además, en este caso al ser un apoyo de ángulo será necesario valorar también la resultante de ángulo, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + 2 * T_V * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

(A.C.54)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_V: Componente horizontal en las condiciones de viento en daN.

β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

- *2ª HIPÓTESIS HIELO.*

La segunda hipótesis de cálculo para apoyos de ángulo solo será necesario su cálculo en las zonas B y C reglamentarias ya que en la zona A no existe la hipótesis de hielo. En primer lugar, se tendrán que calcular las cargas permanentes aplicando la ecuación correspondiente a las condiciones de hielo.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * \left(tan(n_1) - tan(n_2)\right)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.55)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Al ser un apoyo de ángulo si aplica el esfuerzo transversal, que en este caso será.

$$T = 2 * T_H * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$
(A.C.56)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

T_H: Componente horizontal de la tensión en condiciones de hielo en daN.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

- *2º HIPÓTESIS VIENTO MÁS HIELO.*

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH} * \left(tan(n_1) - tan(n_2)\right)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$
(A.C.57)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h; Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento más hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal, que combinará el esfuerzo por viento sobre el manguito de hielo más la resultante de ángulo correspondiente, y deberá calcular como sigue.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

$$T = d_{MH} * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD60} * N_{CAD} + 2 * T_{VH} * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

(A.C.58)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d_M: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60}: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD60}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{VH}: Componente horizontal en las condiciones de viento mas hielo en daN.

β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

- *3º HIPÓTESIS DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES.*

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario, para las zonas B y C se procederá como para la 2º hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo, en líneas de categoría no especial, y como la 2ª hipótesis de viento más hielo en las líneas de categoría especial.

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = 2 * T_0 * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

(A.C.59)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

(A.C.60)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

- *4ª HIPÓTESIS ROTURA DE CONDUCTORES.*

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$

(A.C.61)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los esfuerzos verticales y transversales serán los mismos que para la tercera hipótesis.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- *APOYO DE ÁNGULO – AMARRE.*

  - *1ª HIPÓTESIS VIENTO.*

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar, las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de –5ºC, -10ºC y -15ºC, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * tan(n_1) - C_{V2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.62)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. En este caso habrá que combinarlo con la acción de la resultante de ángulo que se produce en este tipo de apoyos, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.63)

En donde:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{V1}: Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{V2}: Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

- *2ª HIPÓTESIS HIELO.*

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto, en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * tan(n_1) - T_{H2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.64)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.65)

- *2ª HIPÓTESIS VIENTO MÁS HIELO.*

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * tan(n_1) - C_{VH2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.66)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h; Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.

C_{VH2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo más la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{F60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD\ 60} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.67)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d_M: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60}: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD60}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{VH1}: Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{VH2}: Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

- *3ª HIPÓTESIS DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES.*

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2º hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento más hielo en líneas de categoría especial.

En cuanto al esfuerzo transversal será en correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de esta tercera hipótesis, según sigue:

$$T = \sqrt{\left[(T_{01} + T_{02}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{01} - T_{02}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.68)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

T_{01}: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{02}: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.2, cuyo valor es el 15% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 25% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto, el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

(A.C.69)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{25}{100} * T_0$$
(A.C.70)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

- *4ª HIPÓTESIS ROTURA DE CONDUCTORES.*

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = T_0$$
(A.C.71)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los esfuerzos verticales y transversales serán los mismos que para la tercera hipótesis.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- *APOYO DE ÁNGULO – ANCLAJE.*

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de –5ºC, -10ºC y -15ºC, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * tan(n_1) - C_{V2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.72)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. En este caso habrá que combinarlo con la acción de la resultante de ángulo que se produce en este tipo de apoyos, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.73)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{V1}: Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{V2}: Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

- *2º HIPÓTESIS HIELO*

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto, en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * tan(n_1) - T_{H2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.74)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.75)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

T_{H1}: Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{H2}: Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

- *2ª HIPÓTESIS VIENTO MÁS HIELO.*

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * tan(n_1) - C_{VH2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.76)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h; Peso por metro lineal del conductor más la sobrecarga de hielo según zona de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento más hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.

C_{VH2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo mas la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{F60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD\ 60} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.77)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d_M: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60}: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD60}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{VH1}: Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{VH2} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

vano de regulación posterior al apoyo en daN.

β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

- *3ª HIPÓTESIS DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES.*

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2º hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento más hielo en líneas de categoría especial.

En cuanto al esfuerzo transversal será en correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de esta tercera hipótesis, según sigue:

$$T = \sqrt{\left[(T_{01} + T_{02}) * cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{01} - T_{02}) * sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.78)

(A.C.79)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

T_{01}: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{02}: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Para calcular el esfuerzo por desequilibrio de tracciones utilizaremos la expresión propuesta anteriormente, y que según ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.3 del Reglamento tiene un porcentaje del 50%.

$$L = \frac{50}{100} T_0$$
(A.C.80)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

- *4ª HIPÓTESIS ROTURA DE CONDUCTORES.*

Al contrario de lo que sucedía con los dos tipos de apoyos anteriores para los de amarre o suspensión si será necesario calcular la hipótesis de rotura de conductores en cualquiera de las tres zonas de cálculo reglamentarias. En primer lugar, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales que como en la hipótesis anterior si la línea transcurre por la zona A se calcularan igual que las correspondientes a la primera hipótesis, y como las correspondientes a la segunda hipótesis si la línea transcurre por las zonas B y C de cálculo reglamentarias, en función de si la línea es o no de categoría especial.

Según fija en la ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4 del Reglamento será la correspondiente a la rotura de un conductor sin reducción de esfuerzo. Por tanto, la expresión de cálculo quedará.

$$L = T_0$$
(A.C.81)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

- *APOYO PRINCIPIO / FINAL DE LA LÍNEA.*

  - *1ª HIPÓTESIS VIENTO.*

Como en los demás apoyos la primera hipótesis de cálculo será aplicable en las tres zonas de cálculo, pero en este caso como ocurría con el apoyo de ángulo actúan dos esfuerzos simultáneamente como se verá más adelante. En primer lugar se deberá calcular el esfuerzo vertical debido a la acción del viento sobre conductores y cadenas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

de aisladores, a la temperatura de –5ºC, -10ºC y -15ºC, para las zonas A, B y C, cuya expresión es la que sigue.

- Principio de línea.

$$V = p * \left[\frac{a_2}{2} - C_{V2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.82)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- Final de línea.

$$V = p * \left[\frac{a_1}{2} + C_{V1} * tan(n_1)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.83)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

n_1: Pendiente del vano anterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Como se dijo anteriormente en esta hipótesis se dan simultáneamente dos esfuerzos que son la presión del viento sobre conductores y cadena de aisladores y el

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

desequilibrio de tracciones. En primer lugar, calcularemos el esfuerzo transversal debido a la acción del viento, para los conductores utilizaremos la ecuación que sigue.

$$T = d * v * \frac{a}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$
(A.C.84)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a: Longitud proyectada del vano en m.

E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Seguidamente tendremos que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones, que en este caso de la primera hipótesis se tendrá que calcular bajo las condiciones de –5ºC, -10ºC y -15ºC de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento, por otra parte el porcentaje a aplicar en este tipo de apoyos según al ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.4 del Reglamento será del cien por cien de las tracciones unilaterales de los conductores, así pues la ecuación quedará en la forma.

$$L = \%P * T_0$$
(A.C.85)

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en la hipótesis en daN.

- *2ª HIPÓTESIS HIELO.*

La segunda hipótesis para el apoyo final/principio de línea difiere un poco de las de los demás apoyos ya que en ella se integra el cálculo del esfuerzo debido al desequilibrio de tracciones. En primer lugar, se tendrá que calcular los esfuerzos verticales que gravitan sobre el apoyo, como en anteriores casos utilizaremos la ecuación propuesta para el caso de la hipótesis de hielo, dicha ecuación es la que sigue.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Principio de línea.

$$V = \left[p_H * \frac{a_2}{2} - T_{H2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.86)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- Final de Línea.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1}{2} + T_{H1} * tan(n_1)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.87)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

T_{H1}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

n_1: Pendiente del vano anterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Aquí tenemos también que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones de acuerdo a la siguiente expresión.

$$L = \%P * T_0$$

(A.C.88)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión a aplicar en la hipótesis en daN.

- *2ª HIPÓTESIS VIENTO MÁS HIELO.*

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

- Principio de línea.

$$V = p_H * \left[\frac{a_2}{2} - C_{VH2} * tan(n_2)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.89)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H2}: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_2: Pendiente del vano posterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1}{2} + C_{VH1} * tan(n_1)\right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.90)

En donde:

V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h; Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

C_{VH1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15ºC y -20ºC, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

n_1: Pendiente del vano anterior.

P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo mas la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{60} * \frac{a}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

(A.C.91)

En donde:

T: Esfuerzo transversal en daN.

d_{MH}: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60}: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a: Longitud proyectada del vano en m.

E_{VCAD60}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

$$L = T_0$$

(A.C.92)

En donde:

L: Esfuerzo producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión a aplicar en la hipótesis en daN.

- *4ª HIPÓTESIS ROTURA DE CONDUCTORES.*

Esta hipótesis queda anulada en este tipo de apoyos ya que como se ha visto en anteriores apartados queda integrada dentro de la primera y segunda hipótesis por tanto ya está calculada y el Reglamento prescinde de ella.

- *4ª HIPÓTESIS ROTURA DE CONDUCTORES.*

Esta hipótesis es de obligado cálculo en las tres hipótesis reglamentarias, en primer lugar se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, que para el caso de la zona

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

A se procederá de la igual forma que en la primera hipótesis y para las zonas B y C de igual forma que en la segunda hipótesis de cálculo en las líneas de categoría no especial y como la segunda de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

El porcentaje a aplicar en el cálculo de esta hipótesis según dicta el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4, es del cien por cien, por tanto la ecuación a utilizar es la siguiente.

$$L = T_0$$

(A.C.93)

En donde:

L: Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El número de conductores que actúan sobre el apoyo será de uno, excepto en el caso del montaje tresbolillo que serán dos, ya que al romper el conductor que se encuentra solo en uno de los lados, son dos conductores los que no encuentran equilibrio, por tanto, son los que producen momento de torsión sobre el apoyo, por tanto, en este caso del montaje tresbolillo la rotura de conductores se obtendrá.

$$L = T_0 * 2$$

(A.C.94)

En donde:

L: Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

T_0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

En el anexo de cálculo, se ilustran los resultados de cálculo para la presente línea, que definen el árbol de cargas específicas, resultantes de las condiciones de trabajo de cada unos de los apoyos utilizados en este proyecto, de los cuales la empresa fabricante suministradora, ha de certificar y garantizar que sus productos elegidos a tal efecto han de cumplir con dichas especificaciones.

2.4.2. Cimentación de los apoyos.

2.4.2.1. Cimentaciones monobloque.

Sobre el apoyo se producen dos momentos flectores que debe soportar el macizo de cimentación que sustenta al apoyo. En primer lugar, se produce el momento flector debido a la acción del tiro de conductores y que se calculará mediante la siguiente expresión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

$$M_{VC} = E_{Cond} * \left(H_{RC} + \frac{2}{3} * h\right)$$
(A.C.95)

En donde:

M_{VC}: Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daNm.

E_p: Esfuerzo transversal más longitudinal producido por los conductores en daN.

H_{RC}: Altura del punto de aplicación del esfuerzo en metros.

h: Altura del macizo de cimentación en metros.

El segundo momento de vuelco que actúa sobre el apoyo es el debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo, que se calculará con la ecuación.

$$M_{VV} = E_{VApoyo} * \left(\frac{H_T}{2} + \frac{2}{3} * h\right)$$
(A.C.96)

En donde:

M_{VV}: Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daNm.

E_{VApoyo}: Esfuerzo producido por el viento sobre la superficie del apoyo en daN.

H_T: Altura de la silueta del apoyo expuesta al viento en metros.

h: Altura del macizo de cimentación en metros.

Para el cálculo de la cimentación se utiliza el método utilizado por la asociación de ingenieros suizos, el método se basa en la ecuación de Sulzberger. Según la ITC-LAT 07 apartado 3.6.1 del Reglamento, se fija un coeficiente de seguridad para las hipótesis normales de 1,5.

$$M_{VC} + M_{VV} \leq \frac{M_{ABS}}{1{,}5}$$
(A.C.97)

En donde:

M_{VC}: Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daNm.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

M_{VV}: Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daNm.

M_{ABS}: Momento estabilizador absorbido por la cimentación en daNm.

Se adopta como forma para el cimiento del apoyo un prisma de sección cuadrada, prolongándose este 20 cm por encima del nivel del terreno de forma que sirva de protección para el apoyo. Por otra parte se establece un ángulo de giro máximo para el cimiento definido por su tangente de 0,01.

El momento estabilizador del cimiento esta formado por dos componentes, el primero es el debido al empotramiento lateral del macizo en el terreno y el segundo es el que ofrece la reacción del terreno debido al peso del macizo de cimentación, apoyos, cables y cadenas de aisladores con sus herrajes correspondientes. Estos dos momentos dan lugar al momento estabilizador de la cimentación según la ecuación de Sulzberger.

$$M_{ABS} = 139 * C_2 * a * h^4 + a^3 * (h + S) * R_H * \left(0{,}5 - \frac{2}{3} * \sqrt{\frac{1{,}1 * h}{10 * a * C_2}}\right)$$

(A.C.98)

En donde:

M_{ABS}: Momento estabilizador absorbido por la cimentación en daNm.

a: Anchura del cimiento en metros.

b: Largo del cimiento en metros.

h: Profundidad del cimiento en metros.

C_2: Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad en daN/cm3.

2.4.3. Tierras.

Todas las estructuras metálicas de los apoyos, irán unidas directamente a tierra mediante conductores de 50 mm^2 de cobre y picas de cobre.

Dada la naturaleza del terreno, y no pudiendo prever la resistencia de difusión de la puesta a tierra que se obtendrá en cada uno de los apoyos, se ha proyectado esta instalación de acuerdo con la ITC-LAT 07 en su apartado 7.

Asimismo, en los apoyos emplazados en zonas de pública concurrencia, las tomas de tierra se dispondrán en anillo cerrado y enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia de las aristas del macizo de la cimentación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

De esta forma también será ejecutada la instalación de toma de tierra en anillo en aquellos apoyos que soporten elementos de maniobra de cualquier tipo.

Teniendo en cuenta que el sistema de protecciones existente en todas las Subestaciones de esta Empresa suministradora, está concebido de tal forma que los relés de protección están tarados para una intensidad de arranque del 6% de la intensidad nominal del transformador de intensidad y puesto que los transformadores de intensidad usados son los de relación 400/5 ó 200/5 A, en el caso más desfavorable, el de relación 400/5 A, el umbral de funcionamiento es de 0,06 x 400 = 24 A.

Como la intensidad de defecto a tierra está limitada a 300 A. en las líneas de distribución (por la resistencia de puesta a tierra del transformador), el 50% de esta intensidad es de 150 A, valor muy superior a los 24 A de intensidad de arranque del sistema de protecciones.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será totalmente reglamentaria la existencia de resistencias de difusión a tierra con valores superiores a 20 Ω en aquellos apoyos que no estén en zonas de pública concurrencia, ni soporten aparatos de maniobra.

Los cálculos de la puesta a tierra se dan en los anexos de cálculo correspondientes.

2.5. Distancia de Seguridad.

2.5.1. Distancia de los conductores al terreno.

Según la ITC-LAT 07 apartado 5.5 del Reglamento los apoyos deben tener una altura suficiente para que los conductores cuando se produzca su flecha máxima vertical, queden siempre por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegable, dicha altura mínima viene fijada por la siguiente ecuación:

$$5,3 + d_{el}(m)$$

(A.C.99)

En donde:

d_{el}: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disrruptiva ente conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Puede ser tanto interna como externa, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

Con un mínimo de 6 metros, para el caso del proyecto que nos ocupa será de 6,00.

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 8,28 m m, en el caso más desfavorable de este proyecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2.5.2. Distancia entre conductores.

Viene definida por la longitud del vano, para cada caso se define, según el programa, la separación de crucetas más adecuada.

El Reglamento de líneas en su ITC-LAT 07 apartado 5.4 obliga a que los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, la distancia tiene que ser suficiente para que no exista riesgo de cortocircuito entre fases ni a tierra. Teniendo siempre presentes los efectos de oscilación de los conductores debidos a la acción del viento y al desprendimiento de la nieve que se pueda acumular en la superficie de estos. La expresión que calcula según Reglamento esta distancia mínima entre conductores es la que sigue:

$$D = K * \sqrt{F + L} + K' * D_{PP}$$

(A.C.100)

En donde:

D: Separación entre conductores en metros.

K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

F: Flecha máxima en metros según ITC-LAT 07 apartado 3.2.3 del Reglamento de líneas.

L: Longitud de la cadena de suspensión en metros. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores fijos esta longitud de cadena será de cero metros.

K': Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de líneas.

D_{pp}: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido

Para el cálculo del coeficiente K, se utilizará la siguiente expresión en la zona A:

$$tg(\gamma) = \frac{v * d}{p}$$

(A.C.101)

En donde:

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m^2 para conductores con un diámetro igual o

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

inferior a 16 mm y 50 daN/m^2 para conductores con un diámetro superior a 16mm.

d: Diámetro en metros del conductor.

P: Peso del conductor en daN/m.

Y para las zonas B y C:

$$tg(\gamma) = \frac{v * d}{S_H}$$

(A.C.102)

En donde:

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m^2 para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m^2 para conductores con un diámetro superior a 16mm.

d: Diámetro en metros del conductor.

S_H: Peso del conductor mas el manguito de hilo según zona en daN/m.

Con el valor del ángulo resultante del ángulo de oscilación y utilizando la tabla siguiente extraída de la ITC-LAT 07 apartado 5.4.1 del Reglamento se obtendrá el valor correspondiente para el coeficiente K a aplicar la ecuación del cálculo de la distancia entre conductores.

Ángulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65º	0,7	0,65
Comprendido entre 40 y 65º	0,65	0,6
Inferior a 40º	0,6	0,55

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 2,40 m, en el caso más desfavorable de este proyecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.1. Resultados Cálculos Línea Aérea

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 1

Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A	Zona B	Zona C
-5°C+V(120km/h)	-10°C+V(120km/h), -15°C+H, -15°C+H+V	-15°C+V(120km/h), -20°C+H, -20°C+H+V

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Reg. (m)	Const. Caten.	E.D.S. Cálc. %	E.D.S. Valor máxi. %	Temp. ºC	T.H.F. %	Tensiones y Flechas: T.máxima viento T (daN)	T.máxima hielo T (daN)	T.máxima hielo+viento T (daN)	T.Viento 1/2 (120km/h) T (daN)	15ºC+V (120km/h) T (daN)	15ºC+V (120km/h) F (m)	0ºC+H T (daN)	0ºC+H F (m)	50ºC T (daN)	50ºC F (m)
1- 2	LA-180	C	391	-22,61	391	1071	12,10	22,0	10	12,81	1294	2390	2485	960	1229	17,12	2322	17,92	722	17,59
2- 3	LA-180	C	302	14,74	302	1069	12,83	22,0	10	14,27	1377	2424	2512	1046	1263	9,93	2318	10,69	729	10,37
3- 4	LA-180	C	332	-3,82	332	1079	12,66	22,0	10	13,79	1356	2431	2522	1020	1261	12,01	2338	12,80	733	12,45
4- 5	LA-180	C	322	-7,37	322	1076	12,71	22,0	10	13,94	1363	2429	2519	1028	1262	11,29	2332	12,07	732	11,73
5- 6	LA-180	C	306	-1,81	298	990	11,53	22,0	10	12,61	1242	2235	2320	933	1151	11,17	2146	11,85	666	11,65
6- 7			288	-89,42												10,36		10,99		10,81
7- 8	LA-180	C	332	-37,70	332	1056	12,28	22,0	10	13,32	1317	2377	2467	988	1229	12,40	2289	13,16	715	12,85
8- 9	LA-180	C	534	33,25	534	1061	11,48	22,0	10	11,81	1223	2336	2437	895	1192	33,04	2299	33,84	708	33,52
9- 10	LA-180	C	299	50,16	320	1043	12,18	22,0	10	13,27	1308	2351	2440	982	1216	10,24	2261	10,88	706	10,64
10- 11			338	-42,27												13,01		13,83		13,52
11- 12	LA-180	C	330	7,04	288	1047	12,62	22,0	10	14,12	1357	2379	2464	1033	1238	12,08	2270	13,03	713	12,66
12- 13			202	-35,95												4,59		4,95		4,81
13- 14	LA-180	C	214	-60,70	214	993	13,01	22,0	10	15,96	1408	2307	2379	1118	1213	5,38	2152	6,00	678	5,81
14- 15	LA-180	C	444	-24,07	444	1071	11,85	22,0	10	12,37	1265	2374	2472	932	1217	22,33	2320	23,13	719	22,80
15- 16	LA-180	C	178	0,97	178	1044	16,12	22,0	10	22,37	1694	2483	2546	1457	1359	3,20	2263	3,80	739	3,55

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

16- 17	LA-180	C	159	36,18	149	962	15,37	22,0	10	22,50	1631	2324	2378	1434	1261	2,82	2086	3,37	665	3,23
17- 18			136	1,92												2,01		2,40		2,30
18- 19	LA-180	C	439	22,67	439	1072	11,88	22,0	10	12,41	1269	2377	2476	935	1219	21,78	2322	22,59	719	22,25
19- 20	LA-180	C	287	18,87	287	1064	12,95	22,0	10	14,58	1391	2421	2507	1063	1264	8,96	2307	9,71	727	9,40
20- 21	LA-180	C	441	62,40	441	1043	11,49	22,0	10	11,97	1227	2311	2407	903	1182	22,86	2261	23,63	698	23,34
21- 22	LA-180	C	255	-29,28	255	1049	13,23	22,0	10	15,42	1423	2407	2488	1106	1265	7,10	2274	7,81	720	7,53
22- 23	LA-180	C	182	-55,04	182	979	13,86	22,0	10	18,43	1495	2312	2377	1238	1231	3,86	2122	4,42	672	4,26
23- 24	LA-180	C	241	-42,35	241	1031	13,16	22,0	10	15,58	1418	2375	2454	1109	1249	6,48	2235	7,16	707	6,91
24- 25	LA-180	C	600	-27,94	600	1058	11,35	22,0	10	11,59	1207	2323	2425	881	1183	42,05	2294	42,85	705	42,54
25- 26	LA-180	C	186	61,33	186	971	13,45	22,0	10	17,57	1456	2285	2351	1192	1210	4,13	2104	4,69	663	4,55
26- 27	LA-180	C	275	0,35	352	994	11,20	22,0	10	11,91	1202	2223	2312	892	1139	9,12	2155	9,52	666	9,40
27- 28			396	-104,56												19,59		20,46		20,20
28- 29	LA-180	C	203	30,42	203	1030	14,33	22,0	10	18,45	1536	2412	2482	1256	1290	4,43	2232	5,06	714	4,83
29- 30	LA-180	C	206	-66,09	206	978	12,91	22,0	10	16,02	1399	2279	2350	1116	1198	5,11	2120	5,70	666	5,54

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 2

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 181,60mm²

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas -5ºC T (daN)	-5ºC F (m)	0ºC T (daN)	0ºC F (m)	5ºC T (daN)	5ºC F (m)	10ºC T (daN)	10ºC F (m)	15ºC T (daN)	15ºC F (m)	20ºC T (daN)	20ºC F (m)
1- 2	LA-180	C	390,64	-22,61	391,00	795	15,97	787	16,12	780	16,28	773	16,43	766	16,57	759	16,72
2- 3	LA-180	C	302,49	14,74	302,00	862	8,77	847	8,92	833	9,07	820	9,22	807	9,37	794	9,52
3- 4	LA-180	C	332,42	-3,82	332,00	842	10,83	831	10,99	819	11,14	808	11,29	798	11,44	788	11,59
4- 5	LA-180	C	322,42	-7,37	322,00	849	10,12	836	10,27	824	10,43	812	10,58	801	10,73	790	10,88
5- 6	LA-180	C	305,87	-1,81	297,64	769	10,09	757	10,24	747	10,39	736	10,53	726	10,68	717	10,82
6- 7			287,73	-89,42			9,35		9,49		9,63		9,77		9,90		10,03
7- 8	LA-180	C	331,96	-37,70	332,00	816	11,26	805	11,41	795	11,56	785	11,71	775	11,86	765	12,00
8- 9	LA-180	C	534,25	33,25	534,00	744	31,92	740	32,07	737	32,22	733	32,36	730	32,51	727	32,66
9- 10	LA-180	C	299,23	50,16	320,29	811	9,26	799	9,39	788	9,52	778	9,65	768	9,78	758	9,90
10- 11			337,69	-42,27			11,76		11,93		12,10		12,26		12,42		12,58
11- 12	LA-180	C	329,91	7,04	288,20	850	10,61	835	10,80	820	11,00	806	11,19	793	11,38	780	11,57
12- 13			201,67	-35,95			4,03		4,11		4,18		4,25		4,33		4,40
13- 14	LA-180	C	213,83	-60,70	214,00	914	4,31	885	4,45	857	4,60	831	4,74	807	4,88	785	5,02
14- 15	LA-180	C	443,89	-24,07	444,00	773	21,19	767	21,34	762	21,49	757	21,64	752	21,78	747	21,93
15- 16	LA-180	C	177,56	0,97	178,00	1205	2,17	1142	2,30	1083	2,42	1030	2,54	981	2,67	936	2,80
16- 17	LA-180	C	158,93	36,18	148,87	1183	1,81	1110	1,93	1043	2,06	982	2,18	927	2,31	877	2,45
17- 18			136,13	1,92			1,29		1,38		1,47		1,56		1,65		1,74
18- 19	LA-180	C	439,17	22,67	439,00	775	20,64	770	20,79	764	20,94	759	21,09	754	21,24	748	21,39

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

19- 20	LA-180	C	286,51	18,87	287,00	875	7,81	858	7,96	842	8,11	827	8,26	813	8,41	799	8,56
20- 21	LA-180	C	441,41	62,40	441,00	749	21,76	744	21,91	739	22,06	734	22,20	729	22,35	725	22,49
21- 22	LA-180	C	255,10	-29,28	255,00	908	5,96	886	6,11	865	6,26	845	6,41	826	6,56	808	6,70
22- 23	LA-180	C	182,09	-55,04	182,00	1012	2,83	966	2,96	924	3,10	885	3,23	850	3,37	818	3,50
23- 24	LA-180	C	240,75	-42,35	241,00	910	5,36	885	5,51	862	5,66	841	5,80	820	5,95	801	6,09
24- 25	LA-180	C	600,24	-27,94	600,00	732	40,94	730	41,08	727	41,23	725	41,38	722	41,52	720	41,67
25- 26	LA-180	C	186,30	61,33	186,00	973	3,10	932	3,23	894	3,37	859	3,51	827	3,64	798	3,78
26- 27	LA-180	C	275,00	0,35	351,63	737	8,49	730	8,58	723	8,67	716	8,75	709	8,83	702	8,92
27- 28			395,73	-104,56			18,24		18,43		18,61		18,79		18,97		19,15
28- 29	LA-180	C	202,65	30,42	203,00	1030	3,35	989	3,49	951	3,63	915	3,77	883	3,90	853	4,04
29- 30	LA-180	C	206,36	-66,09	206,00	912	4,04	880	4,19	851	4,33	824	4,47	800	4,61	776	4,75

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 2

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 181,60mm²

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas 25ºC T (daN)	25ºC F (m)	30ºC T (daN)	30ºC F (m)	35ºC T (daN)	35ºC F (m)	40ºC T (daN)	40ºC F (m)	45ºC T (daN)	45ºC F (m)	50ºC T (daN)	50ºC F (m)
1- 2	LA-180	C	390,64	-22,61	391,00	753	16,87	746	17,01	740	17,16	734	17,30	728	17,44	722	17,59
2- 3	LA-180	C	302,49	14,74	302,00	782	9,67	771	9,81	760	9,95	749	10,09	739	10,23	729	10,37
3- 4	LA-180	C	332,42	-3,82	332,00	778	11,74	768	11,89	759	12,03	750	12,17	742	12,31	733	12,45
4- 5	LA-180	C	322,42	-7,37	322,00	779	11,02	769	11,17	759	11,31	750	11,45	741	11,59	732	11,73
5- 6	LA-180	C	305,87	-1,81	297,64	707	10,96	699	11,10	690	11,24	682	11,38	674	11,52	666	11,65
6- 7			287,73	-89,42			10,17		10,30		10,43		10,55		10,68		10,81
7- 8	LA-180	C	331,96	-37,70	332,00	756	12,15	748	12,29	739	12,43	731	12,58	723	12,71	715	12,85
8- 9	LA-180	C	534,25	33,25	534,00	724	32,80	721	32,95	718	33,09	714	33,24	711	33,38	708	33,52
9- 10	LA-180	C	299,23	50,16	320,29	748	10,03	739	10,15	731	10,28	722	10,40	714	10,52	706	10,64
10- 11			337,69	-42,27			12,74		12,90		13,06		13,21		13,37		13,52
11- 12	LA-180	C	329,91	7,04	288,20	767	11,76	756	11,94	744	12,12	733	12,31	723	12,48	713	12,66
12- 13			201,67	-35,95			4,47		4,54		4,61		4,68		4,74		4,81
13- 14	LA-180	C	213,83	-60,70	214,00	764	5,16	744	5,29	726	5,42	709	5,56	693	5,68	678	5,81
14- 15	LA-180	C	443,89	-24,07	444,00	742	22,08	737	22,22	732	22,37	728	22,51	723	22,66	719	22,80
15- 16	LA-180	C	177,56	0,97	178,00	895	2,93	858	3,05	824	3,18	793	3,30	765	3,43	739	3,55
16- 17	LA-180	C	158,93	36,18	148,87	832	2,58	791	2,71	755	2,84	722	2,97	692	3,10	665	3,23
17- 18			136,13	1,92			1,84		1,93		2,03		2,12		2,21		2,30

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA. Colegiado nº 0026543

18- 19	LA-180	C	439,17	22,67	439,00	743	21,53	738	21,68	734	21,82	729	21,97	724	22,11	719	22,25
19- 20	LA-180	C	286,51	18,87	287,00	786	8,70	773	8,84	761	8,98	749	9,12	738	9,26	727	9,40
20- 21	LA-180	C	441,41	62,40	441,00	720	22,64	715	22,78	711	22,92	707	23,06	702	23,20	698	23,34
21- 22	LA-180	C	255,10	-29,28	255,00	792	6,84	776	6,98	761	7,12	746	7,26	733	7,39	720	7,53
22- 23	LA-180	C	182,09	-55,04	182,00	788	3,63	761	3,76	736	3,89	713	4,02	692	4,14	672	4,26
23- 24	LA-180	C	240,75	-42,35	241,00	783	6,23	766	6,37	750	6,51	735	6,64	720	6,78	707	6,91
24- 25	LA-180	C	600,24	-27,94	600,00	717	41,81	715	41,96	712	42,10	710	42,25	708	42,39	705	42,54
25- 26	LA-180	C	186,30	61,33	186,00	771	3,91	746	4,04	723	4,17	701	4,30	681	4,42	663	4,55
26- 27	LA-180	C	275,00	0,35	351,63	696	9,00	690	9,08	683	9,16	678	9,24	672	9,32	666	9,40
27- 28			395,73	-104,56			19,33		19,51		19,68		19,86		20,03		20,20
28- 29	LA-180	C	202,65	30,42	203,00	826	4,18	800	4,31	776	4,44	754	4,57	734	4,70	714	4,83
29- 30	LA-180	C	206,36	-66,09	206,00	755	4,89	735	5,02	716	5,15	698	5,28	682	5,41	666	5,54

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PARHDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 3

Cálculo de apoyos nº1

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coeficien. de seguridad	Conduct.	1ª Hipótesis Viento			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones			4ª Hipótesis Rotura de conductores						
									Hielo		Hielo+Viento						Fases no afectadas			Fases afectadas			
					Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Vertic. daN	Trans. daN	Longi. daN	Esf.tor. aplica. daN
1	P.Línea	—	N	Fase	214	202	1294	602	—	2390	601	138	2485	—	—	—	—	—	2485	—	—	—	2485
2	Áng-Anc	128	N	Fase	223	1508	—	574	2114	—	576	2418	—	574	2114	1256	574	2114	—	287	1057	2256	2256
3	Áng-Anc	150	N	Fase	339	1041	—	913	1266	—	911	1533	—	913	1266	1261	913	1266	—	456	633	2435	2435
4	Ali-Ama	—	N	Fase	305	348	—	816	—	—	816	234	—	816	—	631	816	—	—	408	—	2522	2522
5	Áng-Anc	144	N	Fase	273	1136	—	718	1456	—	718	1725	—	718	1456	1260	718	1456	—	359	728	2395	2395
6	Ali-Sus	—	N	Fase	463	287	—	1363	—	—	1357	206	—	1363	—	348	1363	—	—	682	—	1160	1160
7	Ali-Ama	—	N	Fase	142	333	—	327	—	—	331	223	—	327	—	617	327	—	—	164	—	2467	2467
8	Ali-Ama	—	N	Fase	230	440	—	603	—	—	605	305	—	603	—	617	603	—	—	301	—	2467	2467
9	Ali-Ama	—	N	Fase	269	426	—	733	—	—	736	294	—	733	—	610	733	—	—	367	—	2440	2440
10	Ali-Sus	—	N	Fase	480	306	—	1417	—	—	1412	220	—	1417	—	366	1417	—	—	709	—	1220	1220
11	Ali-Ama	—	N	Fase	184	354	—	459	—	—	462	239	—	459	—	616	459	—	—	229	—	2464	2464
12	Ali-Sus	—	N	Fase	378	260	—	1089	—	—	1084	185	—	1089	—	370	1089	—	—	545	—	1232	1232
13	Ali-Ama	—	N	Fase	312	243	—	761	—	—	756	154	—	761	—	616	761	—	—	381	—	2464	2464
14	Ali-Ama	—	N	Fase	98	349	—	267	—	—	276	235	—	267	—	618	267	—	—	134	—	2472	2472
15	Ali-Ama	—	N	Fase	238	334	—	611	—	—	612	223	—	611	—	636	611	—	—	306	—	2546	2546
16	Áng-Anc	142	N	Fase	-27	1291	—	-71	1582	—	-59	1743	—	-71	1582	1273	-71	1582	—	-35	791	2405	2405
17	Ali-Sus	—	N	Fase	346	157	—	854	—	—	843	106	—	854	—	357	854	—	—	427	—	1189	1189
18	Ali-Ama	—	N	Fase	244	313	—	613	—	—	612	208	—	613	—	619	613	—	—	306	—	2476	2476
19	Ali-Ama	—	N	Fase	304	379	—	830	—	—	831	258	—	830	—	627	830	—	—	415	—	2507	2507
20	Áng-Anc	157	N	Fase	271	928	—	701	968	—	700	1257	—	701	968	1253	701	968	—	350	484	2454	2454
21	Ali-Ama	—	N	Fase	513	366	—	1437	—	—	1432	248	—	1437	—	622	1437	—	—	719	—	2488	2488
22	Ali-Ama	—	N	Fase	398	253	—	976	—	—	967	161	—	976	—	622	976	—	—	488	—	2488	2488
23	Áng-Anc	147	N	Fase	97	1072	—	256	1339	—	263	1531	—	256	1339	1227	256	1339	—	128	670	2351	2351
24	Áng-Anc	131	N	Fase	241	1505	—	682	1957	—	687	2302	—	682	1957	1227	682	1957	—	341	979	2231	2231
25	Ali-Ama	—	N	Fase	16	405	—	70	—	—	83	278	—	70	—	606	70	—	—	35	—	2425	2425
26	Áng-Anc	169	N	Fase	521	615	—	1330	425	—	1317	605	—	1330	425	1175	1330	425	—	665	212	2340	2340
27	Ali-Sus	—	N	Fase	453	321	—	1355	—	—	1352	231	—	1355	—	347	1355	—	—	678	—	1156	1156
28	Áng-Anc	149	N	Fase	-53	1109	—	-220	1246	—	-210	1493	—	-220	1246	1241	-220	1246	—	-110	623	2392	2392
29	Ali-Ama	—	N	Fase	624	240	—	1615	—	—	1598	152	—	1615	—	620	1615	—	—	808	—	2482	2482
30	F.Línea	—	N	Fase	-163	121	1399	-468	—	2279	-457	77	2350	—	—	—	—	—	2350	—	—	—	2350

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 3

Cálculo de apoyos nº2

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo	Coeficien. de seguridad	Alt. cond. en perfil necesaria m	Altura conductor real m	Desviaci. cadena	Flecha máxima m	Separaci. conduct. m	Contrape. daN	Coeficientes L, N, S: Semi suma vanos L	Diferencia tangentes N	Coeficiente ángulo S
1	P.Línea	——	N	15,00	15,00	—	17,92	3,59	——	195,50	-0,058	——
2	Áng-Anc	128	N	20,00	22,56	—	17,92	3,59	——	346,50	-0,107	0,877
3	Áng-Anc	150	N	20,00	20,78	—	12,80	3,20	——	317,00	0,060	0,518
4	Ali-Ama	——	N	20,00	20,74	—	12,80	3,20	——	327,00	0,011	——
5	Áng-Anc	144	N	22,73		—	12,07	3,13	——	314,00	-0,017	0,618
6	Ali-Sus	——	N	20,73	21,87	16	11,85	3,25	-1111,05	297,00	0,305	——
7	Ali-Ama	——	N	20,00	20,70	—	13,16	3,23	——	310,00	-0,197	——
8	Ali-Ama	——	N	20,00	20,89	—	33,84	4,54	——	433,00	-0,176	——
9	Ali-Ama	——	N	20,00	20,89	—	33,84	4,54	——	416,50	-0,105	——
10	Ali-Sus	——	N	15,00	15,94	16	13,83	3,40	55,05	318,50	0,293	——
11	Ali-Ama	——	N	18,00	18,75	—	13,83	3,28	——	334,00	-0,146	——
12	Ali-Sus	——	N	20,00	21,82	18	13,03	3,34	-1387,16	266,00	0,199	——
13	Ali-Ama	——	N	18,00	18,79	—	6,00	2,52	——	208,00	0,106	——
14	Ali-Ama	——	N	20,00	22,56	—	23,13	3,94	——	329,00	-0,229	——
15	Ali-Ama	——	N	18,00	20,56	—	23,13	3,94	——	311,00	-0,060	——
16	Áng-Anc	142	N	18,00	20,57	—	3,80	2,22	——	168,50	-0,222	0,651
17	Ali-Sus	——	N	18,00	19,83	11	3,37	2,38	-995,72	147,50	0,213	——
18	Ali-Ama	——	N	18,00	20,56	—	22,59	3,90	——	287,50	-0,038	——
19	Ali-Ama	——	N	20,00	22,57	—	22,59	3,90	——	363,00	-0,014	——
20	Áng-Anc	157	N	20,28	22,57	—	23,63	3,97	——	364,00	-0,076	0,399
21	Ali-Ama	——	N	20,28	22,60	—	23,63	3,97	——	348,00	0,256	——
22	Ali-Ama	——	N	18,00	18,81	—	7,81	2,73	——	218,50	0,188	——
23	Áng-Anc	147	N	20,00	20,78	—	7,16	2,66	——	211,50	-0,127	0,568
24	Áng-Anc	131	N	20,20		—	42,85	4,98	——	420,50	-0,129	0,829
25	Ali-Ama	——	N	25,00	27,00	—	42,85	4,98	——	393,00	-0,376	——
26	Áng-Anc	169	N	26,00		—	9,52	2,90	——	230,50	0,328	0,192
27	Ali-Sus	——	N	30,00	33,46	18	20,46	3,86	——	335,50	0,265	——
28	Áng-Anc	149	N	25,00		—	20,46	3,76	——	299,50	-0,414	0,534
29	Ali-Ama	——	N	13,00	13,71	—	5,70	2,48	——	204,50	0,471	——
30	F.Línea	——	N	18,00	19,60	—	5,70	2,48	——	103,00	0,321	——

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

Cuadro nº 4

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refer. m	Altura libre real m
1	P.Línea	—	N	C	15,00	Tres. 3,59	1ª Vien.	Fase	214	202	1294	Andel A.T. AN 14000R-S.20.25	1ª Vien.	1,5	2,29	Fase	1000	202	2979	47,01	4,00	15,00	15,00
								Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	602	—	2390		2ª Hielo	1,5	1,81	Fase	1500	—	3020	79,13			
								Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	601	138	2485		2ª Vien. Hielo	1,5	1,74	Fase	1500	138	2991	83,84			
								Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	— —	—	—		3ª Dese. trac.	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
								Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	— —	—	2485		4ª Rotu. cond.	1,2	1,44	Fase	—	—	3100	80,17			
								Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
2	Áng-Anc	128	N	C	20,00	Tres.	1ª Vien.	Fase	223	1508	—	Andel Serie C	1ª	1,5	2,30	Fase	400	3236	—	46,76	3,84	30,00	22,56

3,59		Tie. 1	—	—	—	C-9000	Vien.			Tie.1	—	—	—		
		Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—		
	2ª Hielo	Fase	574	2114	—		2ª Hielo	1,5	2,05	Fase	574	3398	—	63,11	
		Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—		
		Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—		
	2ª Vien. Hielo	Fase	576	2418	—		2ª Vien. Hielo	1,5	1,90	Fase	576	3329	—	73,28	
		Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—		
		Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—		
	3ª Dese. trac.	Fase	574	2114	1256		3ª Dese. trac.	1,2	1,21	Fase	574	2128	1270	99,20	
		Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—		
		Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—		
	4ª Rotu. cond.	Fase	287/574	1057/2114	2256		4ª Rotu. cond.	1,2	1,47	Fase	400/400	3172/3172	2304	77,86	
		Tie. 1	—	—	—					Tie.1	—	—	—		
		Tie. 2	—	—	—					Tie.2	—	—	—		

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 5

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
3	Áng-Anc	150	N	C	20,00	Tres.	1ª	Fase	339	1041	—	Andel	1ª	1,5	2,38	Fase	400	2560	—	41,63	3,46	28,00	20,78
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,20		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	913	1266	—	C-7000	2ª	1,5	2,25	Fase	913	2646	—	50,29			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	911	1533	—		2ª	1,5	2,09	Fase	911	2611	—	60,64			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	913	1266	1261		3ª	1,2	1,25	Fase	913	1326	1321	95,70			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	456/913	633/1266	2435		4ª	1,2	1,47	Fase	400/400	1899/1899	2803	77,13			
							Rotu.						Rotu.										
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
4	Ali-Ama	—	N	C	20,00	Tres.	1ª	Fase	305	348	—	Andel	1ª	1,5	2,65	Fase	305	1644	—	23,50	3,46	28,00	20,74
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,20		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	816	—	—	C-4500-TR	2ª	1,5	2,89	Fase	816	—	—	7,60			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	816	234	—		2ª	1,5	2,69	Fase	816	1629	—	20,96			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	816	—	631		3ª	1,2	1,89	Fase	816	—	1654	42,82			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	408/816	—	2522		4ª	1,2	1,32	Fase	270/270	—	2813	89,66			
							Rotu.						Rotu.										
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B576C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 6

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
5	Áng-Anc	144	N	C	22,73	Tres. 3,13	1ª Vien.	Fase	273	1136	—	Andel Serie C-13000 No exsiten esfuerzos	1ª Vien.	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	718	1456	—		2ª Hielo	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	718	1725	—		2ª Vien. Hielo	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	718	1456	1260		3ª Dese. trac.	1,2		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	359/718	728/1456	2395		4ª Rotu. cond.	1,2		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
6	Ali-Sus	—	N	C	20,73	Tres. 3,25	1ª Vien.	Fase	463	287	—	Andel Serie C C-2000	1ª Vien.	1,5	2,33	Fase	463	735	—	44,87	3,46	30,00	21,87
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	1363	—	—		2ª Hielo	1,5	2,61	Fase	1363	—	—	26,13			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	1357	206	—		2ª Vien. Hielo	1,5	2,24	Fase	1357	630	—	50,42			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	1363	—	348		3ª Dese. trac.	1,2	1,61	Fase	1363	—	642	66,16			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	682/1363	—	1160		4ª Rotu. cond.	1,2	1,54	Fase	250/250	—	1620	71,60			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

VISADO

Cuadro nº 7

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
7	Ali-Ama	—	N	C	20,00	Tres.	1ª	Fase	142	333	—	Andel	1ª	1,5	2,68	Fase	270	1650	—	21,02	3,46	28,00	28,70
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,23		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	327	—	—	C-4500-	2ª	1,5	2,95	Fase	327	—	—	3,05			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	TR	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	331	223	—		2ª	1,5	2,76	Fase	331	1709	—	15,74			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	327	—	617		3ª	1,2	1,95	Fase	327	—	1735	37,50			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	164/327	—	2467		4ª	1,2	1,35	Fase	270/270	—	2813	87,70			
							Rotu.						Rotu.										
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
8	Ali-Ama	—	N	C	20,00	Tres.	1ª	Fase	230	440	—	Andel	1ª	1,5	2,85	Fase	800	4734	—	9,76	4,88	30,00	20,89
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C-	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						4,54		Tie.2	—	—	—	13000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	603	—	—		2ª	1,5	2,97	Fase	800	—	—	1,71			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	C-13000	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	605	305	—		2ª	1,5	2,88	Fase	800	4874	—	7,85			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	603	—	617		3ª	1,2	2,23	Fase	800	—	4933	13,92			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	301/603	—	2467		4ª	1,2	1,62	Fase	800/800	—	3782	65,23			
							Rotu.						Rotu.										
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 8

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
9	Ali-Ama	—	N	C	20,00	Tres.	1ª	Fase	269	426	—	Andel	1ª	1,5	2,86	Fase	800	4734	—	9,57	4,88	30,00	20,89
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C-	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						4,54		Tie.2	—	—	—	13000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	733	—	—		2ª	1,5	2,97	Fase	800	—	—	2,08			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	C-13000	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	736	294	—		2ª	1,5	2,88	Fase	800	4874	—	8,00			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	733	—	610		3ª	1,2	2,23	Fase	800	—	4933	14,16			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	367/7	—	2440		4ª	1,2	1,63	Fase	800/8	—	3782	64,51			
							Rotu.		33				Rotu.				00						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
10	Ali-Sus	—	N	C	15,00	Tres.	1ª	Fase	480	306	—	Andel	1ª	1,5	2,29	Fase	480	732	—	47,54	3,84	24,00	15,94
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,40		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	1417	—	—		2ª	1,5	2,59	Fase	1417	—	—	27,17			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	C-2000	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	1412	220	—		2ª	1,5	2,20	Fase	1412	621	—	53,15			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	1417	—	366		3ª	1,2	1,57	Fase	1417	—	633	69,27			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	709/1	—	1220		4ª	1,2	1,35	Fase	250/2	—	1400	87,14			
							Rotu.		417				Rotu.				50						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 9

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
11	Ali-Ama	—	N	C	18,00	Tres. 3,28	1ª Vien.	Fase	184	354	—	Andel Serie C C-4500-TR	1ª Vien.	1,5	2,66	Fase	270	1650	—	22,68	3,46	26,00	18,75
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	459	—	—		2ª Hielo	1,5	2,94	Fase	459	—	—	4,27			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	462	239	—		2ª Vien. Hielo	1,5	2,73	Fase	462	1688	—	17,89			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	459	—	616		3ª Dese. trac.	1,2	1,94	Fase	459	—	1714	38,69			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	229/459	—	2464		4ª Rotu. cond.	1,2	1,35	Fase	270/270	—	2813	87,61			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
12	Ali-Sus	—	N	C	20,00	Tres. 3,34	1ª Vien.	Fase	378	260	—	Andel Serie C C-2000	1ª Vien.	1,5	2,40	Fase	378	749	—	39,78	3,46	30,00	21,82
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	1089	—	—		2ª Hielo	1,5	2,69	Fase	1089	—	—	20,88			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	1084	185	—		2ª Vien. Hielo	1,5	2,36	Fase	1084	675	—	42,68			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	1089	—	370		3ª Dese. trac.	1,2	1,64	Fase	1089	—	687	63,40			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	545/1089	—	1232		4ª Rotu. cond.	1,2	1,49	Fase	250/250	—	1620	76,06			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 10

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase,

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
13	Ali-Ama	—	N	C	18,00	Tres.	1ª	Fase	312	243	—	Andel	1ª	1,5	2,74	Fase	312	1642	—	17,43	3,10	26,00	18,79
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,52		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	761	—	—	C-4500-	2ª	1,5	2,89	Fase	761	—	—	7,09			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	TR	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	756	154	—		2ª	1,5	2,76	Fase	756	1638	—	15,89			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	761	—	616		3ª	1,2	1,90	Fase	761	—	1663	41,51			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	381/7	—	2464		4ª	1,2	1,35	Fase	270/2	—	2813	87,61			
							Rotu.		61				Rotu.				70						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
14	Ali-Ama	—	N	C	20,00	Tres.	1ª	Fase	98	349	—	Andel	1ª	1,5	2,83	Fase	400	3236	—	11,03	4,24	30,00	22,56
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,94		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	267	—	—	C-9000	2ª	1,5	2,98	Fase	400	—	—	1,10			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	276	235	—		2ª	1,5	2,88	Fase	400	3355	—	8,05			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	267	—	618		3ª	1,2	2,17	Fase	400	—	3422	18,86			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	134/2	—	2472		4ª	1,2	1,27	Fase	400/4	—	2636	93,79			
							Rotu.		67				Rotu.				00						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 11

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
15	Ali-Ama	—	N	C	18,00	Tres. 3,94	1ª Vien.	Fase	238	334	—	Andel Serie C C-9000	1ª Vien.	1,5	2,83	Fase	400	3236	—	11,16	4,24	28,00	20,56
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	611	—	—		2ª Hielo	1,5	2,96	Fase	611	—	—	2,51			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	612	223	—		2ª Vien. Hielo	1,5	2,86	Fase	612	3324	—	9,11			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	611	—	636		3ª Dese. trac.	1,2	2,15	Fase	611	—	3392	20,80			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	306/611	—	2546		4ª Rotu. cond.	1,2	1,24	Fase	400/400	—	2636	96,57			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
16	Áng-Anc	142	N	C	18,00	Tres. 2,22	1ª Vien.	Fase	-27	1291	—	Andel Serie C C-9000	1ª Vien.	1,5	2,41	Fase	400	3236	—	39,19	3,10	28,00	20,51
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	-71	1582	—		2ª Hielo	1,5	2,32	Fase	400	3423	—	45,47			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	-59	1743	—		2ª Vien. Hielo	1,5	2,23	Fase	400	3355	—	51,07			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	-71	1582	1273		3ª Dese. trac.	1,2	1,42	Fase	390	2135	1288	82,04			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	-35/-71	791/1582	2405		4ª Rotu. cond.	1,2	1,56	Fase	400/400	2775/2775	2827	70,35			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 12

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
17	Ali-Sus	—	N	C	18,00	Tres.	1ª	Fase	346	157	—	Andel	1ª	1,5	2,60	Fase	346	754	—	26,37	3,10	28,00	19,83
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,38		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	854	—	—		2ª	1,5	2,75	Fase	854	—	—	16,38			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	C-2000	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	843	106	—		2ª	1,5	2,57	Fase	843	716	—	28,74			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	854	—	357		3ª	1,2	1,71	Fase	854	—	726	57,41			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	427/8	—	1189		4ª	1,2	1,52	Fase	250/2	—	1620	73,39			
							Rotu.		54				Rotu.				50						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
18	Ali-Ama	—	N	C	18,00	Tres.	1ª	Fase	244	313	—	Andel	1ª	1,5	2,84	Fase	400	3236	—	10,56	4,24	28,00	20,56
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,90		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	613	—	—		2ª	1,5	2,96	Fase	613	—	—	2,51			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	C-9000	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	612	208	—		2ª	1,5	2,87	Fase	612	3324	—	8,65			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	613	—	619		3ª	1,2	2,16	Fase	613	—	3392	20,30			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	306/6	—	2476		4ª	1,2	1,27	Fase	400/4	—	2636	93,91			
							Rotu.		13				Rotu.				00						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-BB56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 13

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
19	Ali-Ama	—	N	C	20,00	Tres.	1ª	Fase	304	379	—	Andel	1ª	1,5	2,81	Fase	400	3236	—	12,83	4,24	30,00	22,57
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,90		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	830	—	—	C-9000	2ª	1,5	2,95	Fase	830	—	—	3,41			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	831	258	—		2ª	1,5	2,83	Fase	831	3293	—	11,04			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	830	—	627		3ª	1,2	2,14	Fase	830	—	3361	21,41			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	415/830	—	2507		4ª	1,2	1,26	Fase	400/400	—	2636	95,09			
							Rotu.						Rotu.										
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
20	Áng-Anc	157	N	C	20,28	Tres.	1ª	Fase	271	928	—	Andel	1ª	1,5	2,56	Fase	400	3236	—	29,35	4,24	30,00	22,51
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,97		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	701	968	—	C-9000	2ª	1,5	2,54	Fase	701	3380	—	30,69			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	700	1257	—		2ª	1,5	2,40	Fase	700	3312	—	39,77			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	701	968	1253		3ª	1,2	1,60	Fase	701	2092	1288	66,70			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	350/701	484/968	2454		4ª	1,2	1,27	Fase	400/400	2775/2775	2454	94,13			
							Rotu.						Rotu.										
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 14

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
21	Ali-Ama	—	N	C	20,28	Tres.	1ª	Fase	513	366	—	Andel	1ª	1,5	2,80	Fase	513	3219	—	13,34	4,24	30,00	22,60
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						3,97		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	1437	—	—	C-9000	2ª	1,5	2,91	Fase	1437	—	—	5,90			
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	1432	248	—		2ª	1,5	2,80	Fase	1432	3207	—	13,27			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	1437	—	622		3ª	1,2	2,11	Fase	1437	—	3274	23,77			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	719/1	—	2488		4ª	1,2	1,27	Fase	400/4	—	2636	94,39			
							Rotu.		437				Rotu.				00						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
22	Ali-Ama	—	N	C	18,00	Tres.	1ª	Fase	398	253	—	Andel	1ª	1,5	2,72	Fase	398	1628	—	18,82	3,10	26,00	18,81
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,73		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	976	—	—	C-4500-	2ª	1,5	2,86	Fase	976	—	—	9,09			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	TR	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	967	161	—		2ª	1,5	2,73	Fase	967	1603	—	18,28			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	976	—	622		3ª	1,2	1,87	Fase	976	—	1627	43,84			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	488/9	—	2488		4ª	1,2	1,34	Fase	270/2	—	2813	88,45			
							Rotu.		76				Rotu.				70						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B5/6C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 15

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
23	Áng-Anc	147	N	C	20,00	Tres. 2,66	1ª Vien.	Fase	97	1072	—	Andel Serie C C-7000	1ª Vien.	1,5	2,38	Fase	400	2560	—	41,51	3,10	28,00	20,78
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	256	1339	—		2ª Hielo	1,5	2,26	Fase	400	2720	—	49,54			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	263	1531	—		2ª Vien. Hielo	1,5	2,14	Fase	400	2685	—	57,21			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	256	1339	1227		3ª Dese. trac.	1,2	1,28	Fase	400	1416	1304	93,72			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	128/256	670/1339	2351		4ª Rotu. cond.	1,2	1,50	Fase	400/400	2009/2009	2803	74,65			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
24	Áng-Anc	131	N	C	20,20	Tres. 4,98	1ª Vien.	Fase	241	1505	—	Andel A.T. No hay montaje	1ª Vien.	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	682	1957	—		2ª Hielo	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	687	2302	—		2ª Vien. Hielo	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	682	1957	1227		3ª Dese. trac.	1,2		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	341/682	979/1957	2231		4ª Rotu. cond.	1,2		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-166-66

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

VISADO

Cuadro nº 16

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
25	Ali-Ama	—	N	C	25,00	Tres.	1ª	Fase	16	405	—	Andel	1ª	1,5	2,50	Fase	1000	1220	—	33,22	6,00	27,00	27,00
							Vien.	Tie.1	—	—	—	A.T.	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						4,98		Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	70	—	—	AN	2ª	1,5	3,00	Fase	1300	—	—	0,00			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	3000-	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—	S.30.25				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	83	278	—		2ª	1,5	2,69	Fase	1300	1340	—	20,76			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	70	—	606		3ª	1,2	1,98	Fase	1300	—	1750	34,64			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	35/70	—	2425		4ª	1,2	1,26	Fase	325/6	—	2550	95,09			
							Rotu.						Rotu.				50						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
26	Áng-Anc	169	N	C	26,00	Tres.	1ª	Fase	521	615	—	Andel	1ª	1,5		Fase							
							Vien.	Tie.1	—	—	—	A.T.	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,90		Tie.2	—	—	—	No hay				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	1330	425	—	montaje	2ª	1,5		Fase							
							Hielo	Tie.1	—	—	—		Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	1317	605	—		2ª	1,5		Fase							
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	1330	425	1175		3ª	1,2		Fase							
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	665/1	212/425	2340		4ª	1,2		Fase							
							Rotu.		330				Rotu.										
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 17

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Esfuerzo por fase y tierra: Hipót.	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo: Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
27	Ali-Sus	—	N	C	30,00	Tres. 3,86	1ª Vien.	Fase	453	321	—	Andel A.T. AN 2000-S.20.25	1ª Vien.	1,5	2,48	Fase	1000	920	—	34,89	4,00	35,00	33,46
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	1355	—	—		2ª Hielo	1,5	3,00	Fase	1355	—	—	0,00			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	1352	231	—		2ª Vien. Hielo	1,5	2,64	Fase	1352	960	—	24,09			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	1355	—	347		3ª Dese. trac.	1,2	2,06	Fase	1355	—	1240	27,96			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	678/1355	—	1156		4ª Rotu. cond.	1,2	1,69	Fase	697/2711	—	1950	59,27			
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
28	Áng-Anc	149	N	C	25,00	Tres. 3,76	1ª Vien.	Fase	-53	1109	—	Andel A.T. No hay montaje	1ª Vien.	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	-220	1246	—		2ª Hielo	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª Vien. Hielo	Fase	-210	1493	—		2ª Vien. Hielo	1,5		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							3ª Dese. trac.	Fase	-220	1246	1241		3ª Dese. trac.	1,2		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	-110/-220	623/1246	2392		4ª Rotu. cond.	1,2		Fase							
								Tie.1	—	—	—					Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 18

Elección de apoyos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Coe. de seg.	Zona	Altura libre m	Monta. y sep. condu.	Hipót.	Esfuerzo por fase y tierra Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Condu.	Vertic. daN	Esfuerzo Trans. daN	Longi. daN	Utiliza. del apoyo %	Separ. fases norma. m	Altura de refere. m	Altura libre real m
29	Ali-Ama	—	N	C	13,00	Tres.	1ª	Fase	624	240	—	Andel	1ª	1,5	2,90	Fase	800	4734	—	6,80	3,26	22,00	13,71
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C-	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,48		Tie.2	—	—	—	13000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	1615	—	—		2ª	1,5	2,93	Fase	1615	—	—	4,57			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	C-13000	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	1598	152	—		2ª	1,5	2,89	Fase	1598	4759	—	7,63			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	1615	—	620		3ª	1,2	2,20	Fase	1615	—	4817	16,86			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	808/1	—	2482		4ª	1,2	1,83	Fase	800/8	—	5200	47,72			
							Rotu.		615				Rotu.				00						
							cond.	Tie.1	—	—	—		cond.			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
30	F.Línea	—	N	C	18,00	Tres.	1ª	Fase	-163	121	1399	Andel	1ª	1,5	2,53	Fase	800	710	4024	31,36	3,26	28,00	19,60
							Vien.	Tie.1	—	—	—	Serie C-	Vien.			Tie.1	—	—	—				
						2,48		Tie.2	—	—	—	13000				Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	-468	—	2279		2ª	1,5	2,32	Fase	800	—	4934	45,14			
							Hielo	Tie.1	—	—	—	C-13000	Hielo			Tie.1	—	—	—				
								Tie.2	—	—	—					Tie.2	—	—	—				
							2ª	Fase	-457	77	2350		2ª	1,5	2,27	Fase	800	487	4386	48,63			
							Vien.	Tie.1	—	—	—		Vien.			Tie.1	—	—	—				
							Hielo	Tie.2	—	—	—		Hielo			Tie.2	—	—	—				
							3ª	Fase	—	—	—		3ª	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
							Dese.	Tie.1	—	—	—		Dese.			Tie.1	—	—	—				
							trac.	Tie.2	—	—	—		trac.			Tie.2	—	—	—				
							4ª	Fase	—	—	2350		4ª	1,2	1,32	Fase	—	—	2600	90,37			
							Rotu.	Tie.1	—	—	—		Rotu.			Tie.1	—	—	—				
							cond.	Tie.2	—	—	—		cond.			Tie.2	—	—	—				

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 19

Cálculo de cadenas de aisladores

Apoyo nº	Tipo	Cadena adoptada	Cálculo eléctrico		Cálculo mecánico				
			Nivel de aislamiento		Datos para cálculo			Coef. seguridad	
			Apoyo cm/kV	Calculado cm/kV	C. rotura daN	Pesos daN	T. máxima daN	C. normal.	C. anorma.
1	P.Línea	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	602	2485	14,13	3,42
2	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	576	2256	14,76	3,77
3	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	913	2435	9,31	3,49
4	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	816	2522	10,42	3,37
5	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	718	2395	11,84	3,55
6	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,17	7500	1363	1160	5,50	6,47
7	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	331	2467	25,70	3,45
8	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	605	2467	14,04	3,45
9	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	736	2440	11,55	3,48
10	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,17	7500	1417	1220	5,29	6,15
11	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	462	2464	18,41	3,45
12	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,17	7500	1089	1232	6,89	6,09
13	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	761	2464	11,17	3,45
14	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	276	2472	30,81	3,44
15	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	612	2546	13,88	3,34
16	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	1	2405	8500,00	3,53
17	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,17	7500	854	1189	8,78	6,31
18	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	613	2476	13,88	3,43
19	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	831	2507	10,23	3,39
20	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	701	2454	12,13	3,46
21	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	1437	2488	5,91	3,42
22	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	976	2488	8,71	3,42
23	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	263	2351	32,31	3,61
24	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	687	2231	12,38	3,81
25	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	83	2425	102,72	3,51
26	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	1330	2340	6,39	3,63
27	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,80	2,17	7500	1355	1156	5,53	6,49
28	Áng-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	1	2392	8500,00	3,55
29	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	1615	2482	5,26	3,43
30	F.Línea	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,80	2,17	8500	1	2350	8500,00	3,62

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 20

Mediciones según cálculo

1	Excavación para cimentación de apoyos	m³	509,62
2	Hormigonado para cimentación de apoyos	m³	545,54
3	Longitud total de la línea	m	8961,03
4	Tipo de conductor		LA-180
5	Longitud de conductor	m	26883,10
6	Peso total del conductor	kg	18146,09
7	Cadenas de amarre de vidrio		144
8	Cadenas de amarre poliméricas		0
9	Cadenas de suspensión de vidrio		15
10	Cadenas de suspensión poliméricas		0
11	Toma de tierra con picas		30
12	Toma de tierra en anillo		0
13	Peso de los apoyos	kg	84943,00
14	Nº de tramos		24
15	Nº vanos de regulación		24
16	Tipo de apoyos (Andel)		Andel A.T.
17	Nº de apoyos a instalar		30
18	Zona de tendido A	m	0,00
19	Zona de tendido B	m	0,00
20	Zona de tendido C	m	8961,03
21	Distancia mínima de seguridad adoptada		(V. nº 5)
			7,91

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO ARIEES GARCIA, Colegiado Nº 002543

Cuadro nº 21

Cálculos eléctricos

Intensidad máxima												Caída de tensión		Potencias máximas		Pérdidas de potencia	
Densidad máxima corriente	Sección conduct.	Intensid.	Frecuenc. de la red	Distancia media geométr.	Diámetro del conduct.	Reactanc.	Resisten. eléctrica conduct.	Tensión de la línea	Intensid. de la Línea	Longitud de la línea	Factor de potencia	Caída de tensión Valor	Caída de tensión Porcenta.	Por intensid. máxima	Por c.tensión (5%)	Valor	Porcenta.
A/mm²	mm²	A	Hz	mm	mm	Ohm/km	Ohm/km	kV	A	km		V	%	kW	kW	kW	%
2,374	181,60	431,17	50	5887	17,500	0,425	0,194	132,00	77,8	8,818	0,949	377,37	0,29	94	2602,5	31,03	0,18

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 22

Apoyos y crucetas normalizadas Andel S. A.

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Apoyo nº	Apoyo elegido				Armado y cruceta elegida						
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz. m	Recrecido cabeza daN	Altura total daN	Armado base	Longitud crucetas m	Referenc. armado	Separación crucetas m	Separación conductores m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
1	Andel A.T. AN.14000R-S.20.25	15,00	—	15,00	(Cruceta fuera de catálogo, consulte fabricante.)						
2	Andel Serie C C-9000	30,00	1,20	31,20	Tresbolillo	1,50	ATC-15	2,40	3,84	TB90-S15	TB-24
3	Andel Serie C C-7000	28,00	1,20	29,20	Tresbolillo	1,25	ATC-12	2,40	3,46	TB45-S12	TB-24
4	Andel Serie C C-4500-TR	28,00	1,20	29,20	Tresbolillo	1,25	ATC-12	2,40	3,46	TB45-S12	TB-24
5	(Apoyo fuera de catálogo por esfuerzo máximo, consulte fabricante.)										
6	Andel Serie C C-2000	30,00	1,20	31,20	Tresbolillo	1,25	ATC-12	2,40	3,46	TB45-S12	TB-24
7	Andel Serie C C-4500-TR	28,00	1,20	29,20	Tresbolillo	1,25	ATC-12	2,40	3,46	TB45-S12	TB-24
8	Andel Serie C-13000 C-13000	30,00	0,70	30,70	Tresbolillo	2,00		2,80	4,88		TB-28
9	Andel Serie C-13000 C-13000	30,00	0,70	30,70	Tresbolillo	2,00		2,80	4,88		TB-28
10	Andel Serie C C-2000	24,00	1,20	25,20	Tresbolillo	1,50	ATC-15	2,40	3,84	TB90-S15	TB-24
11	Andel Serie C C-4500-TR	26,00	1,20	27,20	Tresbolillo	1,25	ATC-12	2,40	3,46	TB45-S12	TB-24
12	Andel Serie C C-2000	30,00	1,20	31,20	Tresbolillo	1,25	ATC-12	2,40	3,46	TB45-S12	TB-24
13	Andel Serie C C-4500-TR	26,00	—	26,00	Tresbolillo	1,25	ATC-12	1,80	3,10	TB45-S12	TB-18
14	Andel Serie C C-9000	30,00	1,20	31,20	Tresbolillo	1,75	ATC-17	2,40	4,24	TB45-S17	TB-24
15	Andel Serie C C-9000	28,00	1,20	29,20	Tresbolillo	1,75	ATC-17	2,40	4,24	TB45-S17	TB-24
16	Andel Serie C C-9000	28,00	—	28,00	Tresbolillo	1,25	ATC-12	1,80	3,10	TB45-S12	TB-18
17	Andel Serie C C-2000	28,00	—	28,00	Tresbolillo	1,25	ATC-12	1,80	3,10	TB45-S12	TB-18
18	Andel Serie C C-9000	28,00	1,20	29,20	Tresbolillo	1,75	ATC-17	2,40	4,24	TB45-S17	TB-24
19	Andel Serie C C-9000	30,00	1,20	31,20	Tresbolillo	1,75	ATC-17	2,40	4,24	TB45-S17	TB-24
20	Andel Serie C C-9000	30,00	1,20	31,20	Tresbolillo	1,75	ATC-17	2,40	4,24	TB45-S17	TB-24
21	Andel Serie C C-9000	30,00	1,20	31,20	Tresbolillo	1,75		2,40	4,24		TB-24
22	Andel Serie C C-4500-TR	26,00	—	26,00	Tresbolillo	1,25	ATC-12	1,80	3,10	TB45-S12	TB-18
23	Andel Serie C C-7000	28,00	—	28,00	Tresbolillo	1,25	ATC-12	1,80	3,10	TB45-S12	TB-18
24	(Apoyo fuera de catálogo por montaje normalizado, consulte fabricante.)										
25	Andel A.T. AN.3000-S.30.25	27,00	—	27,00	(Cruceta fuera de catálogo, consulte fabricante.)						
26	(Apoyo fuera de catálogo por montaje normalizado, consulte fabricante.)										
27	Andel A.T. AN.2000-S.20.25	35,00	—	35,00	(Cruceta fuera de catálogo, consulte fabricante.)						
28	(Apoyo fuera de catálogo por montaje normalizado, consulte fabricante.)										
29	Andel Serie C-13000 C-13000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	1,25		2,10	3,26		TB-21
30	Andel Serie C-13000 C-13000	28,00	—	28,00	Tresbolillo	1,25		2,10	3,26		TB-21

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

VISADO

Cuadro nº 23

Relación de materiales para presupuesto - Apoyos

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Apoyo elegido			
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz. m	Recrecido cabeza daN	Altura total daN
1	Andel A.T. AN.14000R-S.20.25	15,00	—	15,00
1	Andel A.T. AN.2000-S.20.25	35,00	—	35,00
1	Andel A.T. AN.3000-S.30.25	27,00	—	27,00
1	Andel Serie C C-2000	24,00	1,20	25,20
1	Andel Serie C C-2000	28,00	—	28,00
2	Andel Serie C C-2000	30,00	1,20	31,20
3	Andel Serie C C-4500-TR	26,00	1,20	27,20
2	Andel Serie C C-4500-TR	28,00	1,20	29,20
2	Andel Serie C C-7000	28,00	1,20	29,20
3	Andel Serie C C-9000	28,00	1,20	29,20
5	Andel Serie C C-9000	30,00	1,20	31,20
1	Andel Serie C-13000 C-13000	22,00	—	22,00
1	Andel Serie C-13000 C-13000	28,00	—	28,00
2	Andel Serie C-13000 C-13000	30,00	0,70	30,70

Cuadro nº 24

Cálculo de eolovanos y gravivanos

Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Cota apoyo m	Altura libre m	Desni. poster. m	Vano poster. m	Tipo de condu.	Eolo-vano m	1ª Hipótesis viento Gravi. m	1ª Hipótesis viento P.ver. daN	1ª Hipótesis viento Tense daN	2ª Hipótesis Hielo Gravi. m	2ª Hipótesis Hielo P.ver. daN	2ª Hipótesis Hielo Tense daN	2ª Hipótesis Hielo+Viento Gravi. m	2ª Hipótesis Hielo+Viento P.ver. daN	2ª Hipótesis Hielo+Viento Tense daN	Hipótesis de flecha mínima Gravi. m	Hipótesis de flecha mínima P.ver. daN	Hipótesis de flecha mínima Tense daN
1	P.Línea	——	1411,43	15,00	-22,61	390,6	Fase	195,32	258,34	285,65	1293,71	2389,55	258,77	566,04	2485,23	255,59	585,04	266,58	177,71	818,14
2	Áng-Anc	128	1383,82	20,00	14,74	302,5	Fase	346,57	227,03	249,43	1376,99	2423,60	228,83	496,94	2511,58	234,95	534,04	208,37	138,01	911,14
3	Áng-Anc	150	1398,56	20,00	-3,82	332,4	Fase	317,46	387,12	426,37	1356,00	2430,53	384,60	837,77	2522,05	380,98	868,49	399,68	265,36	880,79
4	Ali-Ama	——	1394,73	20,00	-7,37	322,4	Fase	327,42	340,53	374,74	1362,67	2428,75	340,08	740,04	2519,17	339,41	772,97	342,81	227,42	890,05
5	Áng-Anc	144	1384,64	22,73	-1,81	305,9	Fase	314,14	294,08	323,44	1241,94	2235,23	294,70	640,85	2319,91	295,73	673,06	290,65	192,71	805,24
6	Ali-Sus	——	1384,83	20,73	-89,42	287,7	Fase	296,80	610,57	684,54	1241,94	2235,23	605,29	1346,08	2319,91	588,90	1368,41	661,26	447,94	805,24
7	Ali-Ama	——	1296,13	20,00	-37,70	332,0	Fase	309,84	115,76	129,36	1317,46	2376,54	119,05	263,69	2467,14	129,35	299,38	83,58	56,42	851,02
8	Ali-Ama	——	1258,44	20,00	33,25	534,3	Fase	433,10	243,60	268,46	1223,31	2336,31	242,97	529,18	2436,81	252,60	575,80	217,47	144,50	754,14
9	Ali-Ama	——	1291,69	20,00	50,16	299,2	Fase	416,74	296,96	331,07	1307,56	2350,80	302,71	667,70	2439,79	309,27	713,39	273,71	184,31	847,56
10	Ali-Sus	——	1346,85	15,00	-42,27	337,7	Fase	318,46	639,52	709,98	1307,56	2350,80	633,73	1393,34	2439,79	616,94	1418,76	691,28	462,89	847,56
11	Ali-Ama	——	1301,58	18,00	7,04	329,9	Fase	333,80	171,77	188,75	1356,70	2378,72	175,60	381,48	2464,36	183,88	418,07	145,27	96,24	901,96
12	Ali-Sus	——	1306,61	20,00	-35,95	201,7	Fase	265,79	493,25	545,22	1356,70	2378,72	483,44	1057,60	2464,36	471,63	1079,33	536,36	357,63	901,96
13	Ali-Ama	——	1272,66	18,00	-60,70	213,8	Fase	207,75	337,12	379,13	1407,90	2306,62	311,08	695,30	2379,12	304,00	709,43	397,72	270,21	1019,68
14	Ali-Ama	——	1209,97	20,00	-24,07	443,9	Fase	328,86	54,07	61,05	1265,00	2374,05	90,17	199,91	2472,37	104,91	243,06	-38,32	-25,12	789,85
15	Ali-Ama	——	1187,89	18,00	0,97	177,6	Fase	310,73	245,30	269,72	1693,65	2483,35	245,53	533,65	2545,53	248,81	566,01	234,63	155,52	1428,71
16	Áng-Anc	142	1188,86	18,00	36,18	158,9	Fase	168,25	-134,06	-147,99	1630,93	2323,88	-67,36	-147,11	2377,87	-51,34	-117,27	-310,35	-206,90	1437,06
17	Ali-Sus	——	1225,04	18,00	1,92	136,1	Fase	147,53	438,22	485,60	1630,93	2323,88	374,28	821,77	2377,87	358,85	823,84	607,30	406,07	1437,06

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PARIENTE GARCIA, Colegiado nº 002543
VISADO

18	Ali-Ama	——	1226,96	18,00	22,67	439,2	Fase	287,65	252,09	277,19	1268,52	2377,35	246,51	535,80	2475,52	248,32	564,92	256,71	170,14	792,89
19	Ali-Ama	——	1247,63	20,00	18,87	286,5	Fase	362,84	340,62	376,50	1390,76	2420,72	345,74	755,81	2506,66	346,98	793,66	331,81	221,21	931,44
20	Áng-Anc	157	1266,22	20,28	62,40	441,4	Fase	363,96	296,35	326,35	1227,16	2311,04	288,11	627,53	2407,44	291,64	664,69	294,65	195,66	764,42
21	Ali-Ama	——	1328,62	20,28	-29,28	255,1	Fase	348,25	630,60	700,91	1422,61	2407,35	624,37	1374,32	2488,18	609,67	1403,75	680,46	456,09	985,08
22	Ali-Ama	——	1301,62	18,00	-55,04	182,1	Fase	218,60	456,28	510,52	1495,34	2311,97	408,99	908,25	2376,56	396,18	919,01	578,16	390,84	1177,44
23	Áng-Anc	147	1244,57	20,00	-42,35	240,8	Fase	211,42	45,65	51,75	1418,05	2375,44	85,53	190,85	2453,57	94,55	220,27	-55,46	-36,88	995,24
24	Áng-Anc	131	1202,02	20,20	-27,94	600,2	Fase	420,49	257,97	289,23	1207,30	2323,12	278,28	616,54	2424,75	286,89	664,60	208,90	141,89	740,41
25	Ali-Ama	——	1169,29	25,00	61,33	186,3	Fase	393,27	-48,87	-54,02	1455,82	2284,83	3,41	7,42	2350,63	27,80	64,40	-206,91	-139,15	1122,41
26	Áng-Anc	169	1229,62	26,00	0,35	275,0	Fase	230,65	624,56	697,64	1202,17	2222,66	569,99	1263,08	2311,72	547,96	1268,63	777,92	525,00	760,55
27	Ali-Sus	——	1225,97	30,00	-104,56	395,7	Fase	335,37	600,84	674,62	1202,17	2222,66	602,94	1342,48	2311,72	589,53	1371,89	635,73	431,08	760,55
28	Áng-Anc	149	1126,40	25,00	30,42	202,6	Fase	299,19	-158,64	-174,13	1535,97	2411,88	-133,26	-289,03	2481,66	-109,65	-248,83	-265,92	-176,15	1178,45
29	Ali-Ama	——	1168,82	13,00	-66,09	206,4	Fase	204,50	769,47	858,52	1399,48	2278,82	701,40	1552,80	2349,53	671,28	1553,29	957,63	644,74	1023,[illegible]
30	F.Línea	——	1097,73	18,00	——	——	Fase	103,18	-298,35	-330,26	——	——	-227,54	-497,06	——	-207,69	-474,27	-346,96	-231,45	—

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PARDO GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 25

Cálculo de puesta a tierra

Apoyo nº	Tipo	Corriente de Falta A	Tensión de puesta a tierra V	Resis. de puesta a tierra		Tensiones de contacto				Tensiones de paso				Tensiones de paso en el acceso				Medidas correctoras adoptadas
				Coef. de resisten. Ohm/(Ohm*m)	Valor Ohm	Coef. de t. contac. V/(Ohm*m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	Coef. de t. paso V/(Ohm*m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	Coef. de t.p.acc. V/(Ohm*m)	Tensión Reglam. V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	
1	P.Línea	733,97	5225,48	0,07119	7,12	0,06563	438,60	Nula	Correc.	0,00778	42840,00	Nula	Correc.	0,06563	26520	10615,56	Correc.	Mallazo electrosoldado
2	Áng-Anc	720,02	7160,95	0,09946	9,95	0,08793	438,60	Nula	Correc.	0,01484	42840,00	Nula	Correc.	0,08793	26520	13417,62	Correc.	Mallazo electrosoldado
3	Áng-Anc	825,57	8981,02	0,10879	10,88	0,09773	438,60	Nula	Correc.	0,01570	42840,00	Nula	Correc.	0,09773	26520	14638,28	Correc.	Mallazo electrosoldado
4	Ali-Ama	869,75	10455,68	0,12021	12,02	0,11021	438,60	Nula	Correc.	0,01661	42840,00	Nula	Correc.	0,11021	26520	16145,03	Correc.	Mallazo electrosoldado
5	Áng-Anc	864,28	11630,53	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
6	Ali-Sus	928,78	12498,57	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
7	Ali-Ama	1081,00	12995,18	0,12021	12,02	0,11021	438,60	Nula	Correc.	0,01661	42840,00	Nula	Correc.	0,11021	26520	16145,03	Correc.	Mallazo electrosoldado
8	Ali-Ama	1336,43	13291,52	0,09946	9,95	0,08793	438,60	Nula	Correc.	0,01484	42840,00	Nula	Correc.	0,08793	26520	13417,62	Correc.	Mallazo electrosoldado
9	Ali-Ama	1345,97	13386,34	0,09946	9,95	0,08793	438,60	Nula	Correc.	0,01484	42840,00	Nula	Correc.	0,08793	26520	13417,62	Correc.	Mallazo electrosoldado
10	Ali-Sus	1040,51	14002,11	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
11	Ali-Ama	1043,29	14039,41	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
12	Ali-Sus	1048,37	14107,90	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
13	Ali-Ama	1051,58	14150,97	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
14	Ali-Ama	1376,92	13694,15	0,09946	9,95	0,08793	438,60	Nula	Correc.	0,01484	42840,00	Nula	Correc.	0,08793	26520	13417,62	Correc.	Mallazo electrosoldado
15	Ali-Ama	1273,18	13850,42	0,10879	10,88	0,09773	438,60	Nula	Correc.	0,01570	42840,00	Nula	Correc.	0,09773	26520	14638,28	Correc.	Mallazo electrosoldado
16	Áng-Anc	1255,16	13654,43	0,10879	10,88	0,09773	438,60	Nula	Correc.	0,01570	42840,00	Nula	Correc.	0,09773	26520	14638,28	Correc.	Mallazo electrosoldado
17	Ali-Sus	1047,42	14095,07	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO ALEDO GARRIA Colegiado nº 00254

18	Ali-Ama	1266,42	13776,85	0,10879	10,88	0,09773	438,60	Nula	Correc.	0,01570	42840,00	Nula	Correc.	0,09773	26520	14638,28	Correc.	Mallazo electrosoldado
19	Ali-Ama	1358,88	13514,76	0,09946	9,95	0,08793	438,60	Nula	Correc.	0,01484	42840,00	Nula	Correc.	0,08793	26520	13417,62	Correc.	Mallazo electrosoldado
20	Áng-Anc	1357,12	13497,26	0,09946	9,95	0,08793	438,60	Nula	Correc.	0,01484	42840,00	Nula	Correc.	0,08793	26520	13417,62	Correc.	Mallazo electrosoldado
21	Ali-Ama	1360,79	13533,79	0,09946	9,95	0,08793	438,60	Nula	Correc.	0,01484	42840,00	Nula	Correc.	0,08793	26520	13417,62	Correc.	Mallazo electrosoldado
22	Ali-Ama	1045,56	14070,09	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
23	Áng-Anc	1251,26	13612,01	0,10879	10,88	0,09773	438,60	Nula	Correc.	0,01570	42840,00	Nula	Correc.	0,09773	26520	14638,28	Correc.	Mallazo electrosoldado
24	Áng-Anc	1044,83	14060,16	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
25	Ali-Ama	2025,52	13008,54	0,06422	6,42	0,05534	438,60	Nula	Correc.	0,00745	42840,00	Nula	Correc.	0,05534	26520	9084,83	Correc.	Mallazo electrosoldado
26	Áng-Anc	1072,69	14435,05	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
27	Ali-Sus	2258,24	12684,61	0,05617	5,62	0,04694	438,60	Nula	Correc.	0,00685	42840,00	Nula	Correc.	0,04694	26520	7842,57	Correc.	Mallazo electrosoldado
28	Áng-Anc	1110,37	14942,24	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Correc.	0,01493	42840,00	Nula	Correc.	0,13110	26520	18690,63	Correc.	Mallazo electrosoldado
29	Ali-Ama	1353,09	14719,76	0,10879	10,88	0,09773	438,60	Nula	Correc.	0,01570	42840,00	Nula	Correc.	0,09773	26520	14638,28	Correc.	Mallazo electrosoldado
30	F.Línea	1476,97	14689,22	0,09946	9,95	0,08793	438,60	Nula	Correc.	0,01484	42840,00	Nula	Correc.	0,08793	26520	13417,62	Correc.	Mallazo electrosoldado

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO ALBERTO GARCIA, Colegiado nº 0026543

Cuadro nº 26

Cálculo de distancias a partes metálicas

Apoyo nº	Tipo	Apoyos de ángulo				Apoyos de suspensión				
		Distancia eléctrica (del) m	Distancia latiguillo m	Ángulo mínimo posible (Sexa.)	Ángulo apoyo (Sexa.)	Ángulo desviación cadena máximo °	Ángulo desviación apoyo °	Distancia cruceta inferior m	Distancia cruceta superior m	Distancia a cabeza m
2	Áng-Anc	1,20	0,49	111,37	127,89	—	—	—	—	—
3	Áng-Anc	1,20	0,55	116,89	149,76	—	—	—	—	—
5	Áng-Anc									
6	Ali-Sus	1,20	—	—	—	-7,57	-7,57	2,06	1,52	0,58
10	Ali-Sus	1,20	—	—	—	1,77	1,77	2,28	1,54	0,81
12	Ali-Sus	1,20	—	—	—	-7,57	-7,57	2,06	1,52	0,53
16	Áng-Anc	1,20	0,43	116,89	141,74	—	—	—	—	—
17	Ali-Sus	1,20	—	—	—	-7,57	-7,57	1,70	1,52	0,71
20	Áng-Anc	1,20	1,15	107,62	156,54	—	—	—	—	—
23	Áng-Anc	1,20	0,51	116,89	146,83	—	—	—	—	—
24	Áng-Anc									
26	Áng-Anc									
27	Ali-Sus	1,20	—	—	—	29,19	17,88	2,27	1,34	1,48
28	Áng-Anc									

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ANEXO III MEDIDAS ANTI INCENDIOS

1. ANTECEDENTES

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

2. OBJETO

El objeto del presente anejo es describir las medidas que se deberán tener en cuenta para la prevención y extinción de incendios, en las diferentes fases de construcción, explotación y desmantelamiento del Parque Eólico.

3. MEDIDAS PREVENTIVAS

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

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

En la Fase de proyecto del Parque se tendrá en cuenta:

- Reducción del campo visual de los observatorios de prevención de incendios.
- Limitación de los medios aéreos en las labores de extinción en los parques eólicos y su entorno inmediato.

En la Fase de construcción y desmantelamiento se tendrá en cuenta:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales.

- Generación de polvo, en las fases de construcción y desmantelamiento, que podría ser, si se diesen las circunstancias oportunas, explosivo, y por ello, ser fuente generadora de incendio.

- Acumulación y acopio de materiales fácilmente inflamables o capaces de originar focos de fuego en días calurosos, como pueden ser metales o materiales reflectantes.

- Utilización de maquinaria que, en su arranque o durante su funcionamiento, podría originar chispas y ser detonante de un incendio.

4. MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIO

En primer término, se analizan los posibles impactos negativos, diferenciándolos en los generados en fase de ejecución y desmantelamiento, como son la producción de incendios forestales, entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales, de los de explotación, como son la reducción del campo visual de los observatorios de prevención de incendios y limitación de la utilización de medios aéreos en las labores de extinción en los parques eólicos y entorno inmediato.

A continuación, se proponen una serie de Medidas para cada una de las fases:

4.1. Fase de Ejecución y Desmantelamiento

- Según Normativa, durante la fase de construcción y desmantelamiento se quedará prohibido el empleo de fuego en la zona.

- Para evitar el incremento de partículas en suspensión, polvo, etc. durante las obras, que de esta forma se produzca una mínima alteración del medio ambiente atmosférico, se proponen las siguientes medidas:

  - Evitar que el material removido quede directamente a merced del viento, acopiando el mismo a reparo, o mantenerlo constantemente húmedo ante la previsión de vientos, evitando así la voladura de los materiales más finos del suelo.

  - Regar periódicamente los accesos y todas aquellas vías que sean necesarias para el acceso a la obra y que estén desprovistos de capa asfáltica de rodadura, para reducir al mínimo el levantamiento de polvo durante la fase de obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Habrá un agente forestal encargado de vigilar que las obras se realicen con el menor riesgo posible de incendio. Esta persona se pondrá en contacto con las brigadas de extinción en caso de producirse alguna incidencia de este tipo.

- Se evitará la instalación de aerogeneradores en el entorno de puntos de agua con posibilidades de carga de helicópteros.

- Se primará la concentración de aerogeneradores, evitando dispersiones que dificulten aún más las labores de los medios de extinción.

- Los aerogeneradores dispondrán de transformadores de tipo seco.

- Limpiar la zona en la que se efectúen actividades en las que se utilice un soplete o elemento similar, en un radio de 3.5 m. Dichas tareas, se efectuarán con un radio mínimo de 10 m de distancia de árboles que posean una circunferencia mayor de 60 cm, medida ésta a 1,20 m del suelo.

- En todas las actuaciones en las que intervengan máquinas, sean automotrices o no, que utilicen materiales inflamables y que puedan ser generadoras de riesgo de incendio o de explosión, se facilitará un extintor (tipo ABC) de 5 Kg a menos de 5 m de la misma.

- La maquinaria que funcione defectuosamente será sustituida, ya que puede producirse un incendio al saltar una chispa.

- En todo momento se mantendrán en buen estado de conservación y libres de obstáculos los caminos y pistas forestales afectados por los trabajos, de tal manera que no interrumpa el funcionamiento normal de los medios de prevención y extinción de incendios.

- Se realizará de manera general la mejora de los accesos y del firme para facilitar la llegada de los vehículos de extinción, disponiendo viales interiores para facilitar las tareas de mantenimiento y acceso a los aerogeneradores.

- Para el adecuado cumplimiento de las medidas de seguridad, se alertará del riesgo de incendios forestales con la colocación de carteles informativos, en aquellas áreas más susceptibles de sufrir un incendio (masas forestales, matorrales...) además de en los principales accesos del parque eólico.

- En la revegetación de taludes, las especies forestales que se utilicen tendrán que mantener un contenido de humedad elevado durante la época de máximo riesgo de incendio.

- Se retirarán inmediatamente todos los restos de los desbroces.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Seleccionar, dentro de las especies adecuadas para la revegetación en esta zona, aquellas menos inflamables.

- Contemplar en la restauración la pendiente adecuada.

4.2. Fase de Explotación

Como se ha indicado anteriormente, la instalación de aerogeneradores en terrenos forestales genera una disminución de eficacia de los medios de prevención, al tratarse de obstáculos de gran envergadura, que en caso de incendio pueden estar ocultos por el humo, por lo que las medidas correctoras han de ir dirigidas fundamentalmente al refuerzo de estos medios de tal manera que se compense esta disminución de efectividad. Así pues, en los parques:

- Se evitará la instalación de aerogeneradores en el entorno de los observatorios forestales que puedan entorpecer el campo visual de los mismos.

- Se vigilarán así mismo las instalaciones, de manera que éstas estén en perfectas condiciones y no puedan provocar riesgos de incendio. En estas inspecciones periódicas se revisarán fundamentalmente las subestaciones eléctricas y la línea de alta tensión.

- En esta fase, la vigilancia se llevará a cabo por el personal dedicado al mantenimiento de los parques.

- Se reforzará la vigilancia en la zona de influencia, bien mediante sistemas automáticos de detección de incendios forestales o mediante el personal del parque.

- Se dispondrá de un sistema de vigilancia y alerta de incendios integrado en un sistema que permita, en caso de incendio, la parada de los aerogeneradores y su orientación más adecuada en función de las características y localización del incendio. Así mismo, los aerogeneradores dispondrán de señales y balizamientos que faciliten su detección por medios aéreos.

5. CONCLUSIONES

Con lo expuesto anteriormente en el presente anejo, se consideran suficientemente descritos los elementos constitutivos de riesgo durante las fases de construcción, explotación y desmantelamiento, así como las medidas idóneas a tomar para minimizar el riesgo de incendio en el Parque Eólico.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ANEXO IV DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y DATOS DEL AEROGENERADOR

VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlage
E-103 EP2 / 2000/2350 kW

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Simon-Hermann Wobben
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0432159-5
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2017-12-20	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht ENERCON E-103 EP2 1

2 Das ENERCON Windenergieanlagen-Konzept 2

3 Komponenten der E-103 EP2 3
- 3.1 Rotorblätter 3
- 3.2 Gondel 4
- 3.2.1 Ringgenerator 4
- 3.3 Turm 4

4 Netzeinspeisesystem 6

5 Sicherheitssystem 8
- 5.1 Sicherheitseinrichtungen 8
- 5.2 Sensorensystem 8

6 Anlagensteuerung 11
- 6.1 Windnachführung 11
- 6.2 Rotorblattverstellung 11
- 6.3 Anlagenstart 12
- 6.3.1 Startvorbereitung 12
- 6.3.2 Windmessung und Ausrichten der Gondel 12
- 6.3.3 Erregung des Generators 13
- 6.3.4 Leistungseinspeisung 13
- 6.4 Betriebsarten 14
- 6.4.1 Volllastbetrieb 14
- 6.4.2 Teillastbetrieb 15
- 6.4.3 Trudelbetrieb 15
- 6.5 Sicheres Anhalten der Windenergieanlage 16

7 Fernüberwachung 17

8 Wartung 18

9 Technische Daten E-103 EP2 19

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 002643

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

1 Übersicht ENERCON E-103 EP2

Die ENERCON Windenergieanlage E-103 EP2 ist eine direktgetriebene Windenergieanlage mit Dreiblattrotor, aktiver Blattverstellung (Pitchregelung), drehzahlvariabler Betriebsweise und einer Nennleistung von 2000/2350 kW. Sie hat einen Rotordurchmesser von 103 m und ist in Nabenhöhen von 78 m bis 138 m lieferbar.

Abb. 1: ENERCON E-103 EP2 Gesamtansicht

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2 Das ENERCON Windenergieanlagen-Konzept

Getriebelos

Das Antriebssystem der E-103 EP2 besteht nur aus wenigen drehenden Bauteilen. Die Rotornabe und der Rotor des Ringgenerators sind ohne Getriebe als feste Einheit direkt miteinander verbunden. Dadurch verringert sich die mechanische Belastung und die technische Lebensdauer wird erhöht. Der Wartungs- und Serviceaufwand wird verringert (u. a. weniger Verschleißteile, kein Getriebeölwechsel) und die Betriebskosten sinken. Da das Getriebe und andere schnelldrehende Teile entfallen, werden die Energieverluste zwischen Rotor und Generator und die Geräuschemissionen drastisch verringert.

Aktive Blattverstellung

Die 3 Rotorblätter sind jeweils mit einer Blattverstelleinheit ausgerüstet. Jede Blattverstelleinheit besteht aus einem elektrischen Antrieb, Steuerung und zugeordneter Notversorgung. Die Blattverstelleinheiten begrenzen die Drehzahl des Rotors und die dem Wind entnommene Leistung. Somit wird die maximale Leistung der E-103 EP2 auch kurzfristig exakt auf Nennleistung begrenzt. Durch Verstellen der Rotorblätter in Fahnenstellung wird der Rotor angehalten, ohne dass der Antriebsstrang durch den Einsatz einer mechanischen Bremse belastet wird.

Indirekte Netzkopplung

Die vom Ringgenerator erzeugte Leistung wird über das ENERCON Netzeinspeisesystem in das Verteil- oder Transportnetz eingespeist. Das ENERCON Netzeinspeisesystem, bestehend aus Gleichrichter, Gleichspannungszwischenkreis und modularem Wechselrichtersystem, gewährleistet maximalen Energieertrag bei hoher Netzverträglichkeit. Die elektrischen Eigenschaften des Ringgenerators sind damit für das Verhalten der Windenergieanlage am Verteil- oder Transportnetz unerheblich. Je nach Windgeschwindigkeit können Drehzahl, Erregung, Ausgangsspannung und Ausgangsfrequenz des Ringgenerators variieren. Somit kann die im Wind enthaltene Energie auch im Teillastbereich immer optimal genutzt werden.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3 Komponenten der E-103 EP2

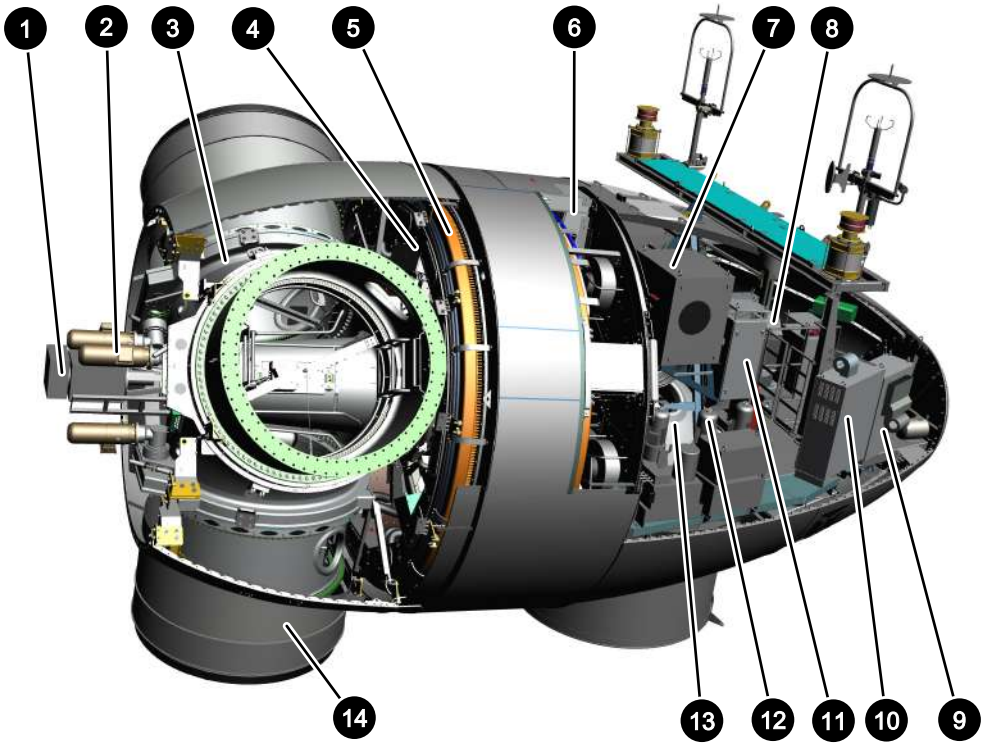


Abb. 2: Gondelansicht ENERCON E-103 EP2

1	Schleifringübertrager	2	Blattverstellantriebe
3	Rotornabe	4	Generator-Rotor
5	Generator-Stator	6	Statorträger
7	Gleichrichterschrank	8	Gondelsteuerschrank
9	Azimutschaltschrank	10	Erregerstellerschrank
11	Filterschrank	12	Azimutantriebe
13	Maschinenträger	14	Blattadapter

3.1 Rotorblätter

Die Rotorblätter aus glasfaser- und kohlefaserverstärktem Kunststoff (Glasfaser/Kohlefaser + Epoxidharz), Balsaholz und Schaumstoff haben wesentlichen Einfluss auf den Ertrag der Windenergieanlage, sowie auf ihre Geräuschemission. Form und Profil der E-103 EP2-Rotorblätter wurden gemäß den folgenden Vorgaben entwickelt:

- hoher Leistungsbeiwert
- lange Lebensdauer
- geringe Geräuschemissionen
- niedrige mechanische Lasten
- effizienter Materialeinsatz

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Als Besonderheit ist die bis zur Gondel durchgezogene Profilierung der Rotorblätter hervorzuheben. Innere Umströmungsverluste wie bei konventionellen Rotorblättern werden damit vermieden. In Verbindung mit der strömungsgünstigen Gondelgeometrie erfolgt eine deutlich optimierte Ausnutzung des Windangebots.

Die Rotorblätter der E-103 EP2 sind speziell für den Betrieb mit variabler Blattverstellung und variabler Drehzahl ausgelegt. Die Oberflächenbeschichtung auf PU-Basis schützt die Rotorblätter vor Umwelteinflüssen wie z. B. UV-Strahlung und Erosion. Die Beschichtung ist sehr abriebfest.

Die drei Rotorblätter werden jeweils durch voneinander unabhängige mikroprozessorgesteuerte Blattverstelleinheiten verstellt. Der eingestellte Blattwinkel wird über je eine Blattwinkelmessung ständig überprüft und die drei Blattwinkel miteinander synchronisiert. Dies ermöglicht eine schnelle und präzise Einstellung der Blattwinkel entsprechend den vorherrschenden Windverhältnissen.

3.2 Gondel

3.2.1 Ringgenerator

In ENERCON Windenergieanlagen kommt ein hochpoliger, fremderregter Synchrongenerator (Ringgenerator) zum Einsatz. Zur optimalen Ausnutzung des Windenergiepotentials bei allen Windgeschwindigkeiten arbeitet die WEA mit variabler Drehzahl. Dadurch produziert der Ringgenerator Wechselstrom mit schwankender Spannung, Frequenz und Amplitude.

Die Wicklungen im Stator des Ringgenerators bilden zwei voneinander unabhängige Dreiphasen-Wechselstromsysteme. Diese beiden Systeme werden in der Gondel getrennt voneinander gleichgerichtet, in der DC-Verteilung zusammengeführt und anschließend von den Wechselrichtern im Turmfuß wieder in Drehstrom mit netzkonformer Spannung, Frequenz und Phasenlage umgerichtet.

Demzufolge ist der Ringgenerator nicht direkt mit dem aufnehmenden Stromnetz des Energieversorgungsunternehmens (EVU) verbunden, sondern durch den Vollumrichter vom Netz entkoppelt.

3.3 Turm

Der Turm der Windenergieanlage E-103 EP2 ist ein Stahlturm oder ein Hybridturm aus Betonfertigteilen mit Stahlsektion.
Alle Türme werden bereits im Werk mit dem fertigen Anstrich bzw. Witterungs- und Korrosionsschutz versehen, so dass nach der Montage, außer der Ausbesserung von Fehlstellen und eventuellen Transportschäden, keine weiteren diesbezüglichen Arbeiten anfallen. Standardmäßig wird der Außenanstrich im unteren Bereich farblich abgestuft (die Farbabstufung kann optional weggelassen werden).

Der Stahlturm ist eine Röhre aus Stahlblech, die sich nach oben hin linear verjüngt. Er wird in wenigen großen Sektionen im Werk vorgefertigt. An den Enden der Sektionen sind Flansche mit Bohrungen für die Montage angeschweißt.

Die Turmsektionen werden am Aufstellort aufeinander gestellt und miteinander verschraubt. Die Verbindung zum Fundament wird mithilfe eines Fundamentkorbs hergestellt.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Der Hybridturm wird am Aufstellort aus den Betonfertigteilen zusammengesetzt. Die Segmente werden in der Regel trocken aufeinandergestellt, es kann aber auch eine Mörtel-Ausgleichsschicht aufgetragen werden. Die Verbindung der vertikalen Fugen ist eine Schraubverbindung. Die obere Stahlsektion wird abschließend aufgesetzt und verschraubt.

In vertikaler Richtung wird der Hybridturm durch Spannglieder aus Spannstahl vorgespannt. Die Spannglieder verlaufen entweder vertikal durch Kanäle in den Betonelementen oder extern an der Turminnenwand. Sie sind im Fundament verankert.

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen besteht der obere schlanke Teil des Hybridturms aus Stahl. Es ist z. B. nicht möglich, das Azimutlager direkt auf den Betonelementen zu montieren und die erheblich geringere Wandstärke des Stahlteils sorgt für mehr Platz im Turm.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4 Netzeinspeisesystem

Der Ringgenerator ist über das ENERCON Netzeinspeisesystem mit dem Netz gekoppelt. Dieses System besteht im Wesentlichen aus einem modularen Gleich- und Wechselrichtersystem mit jeweils gemeinsamem Gleichspannungszwischenkreis.

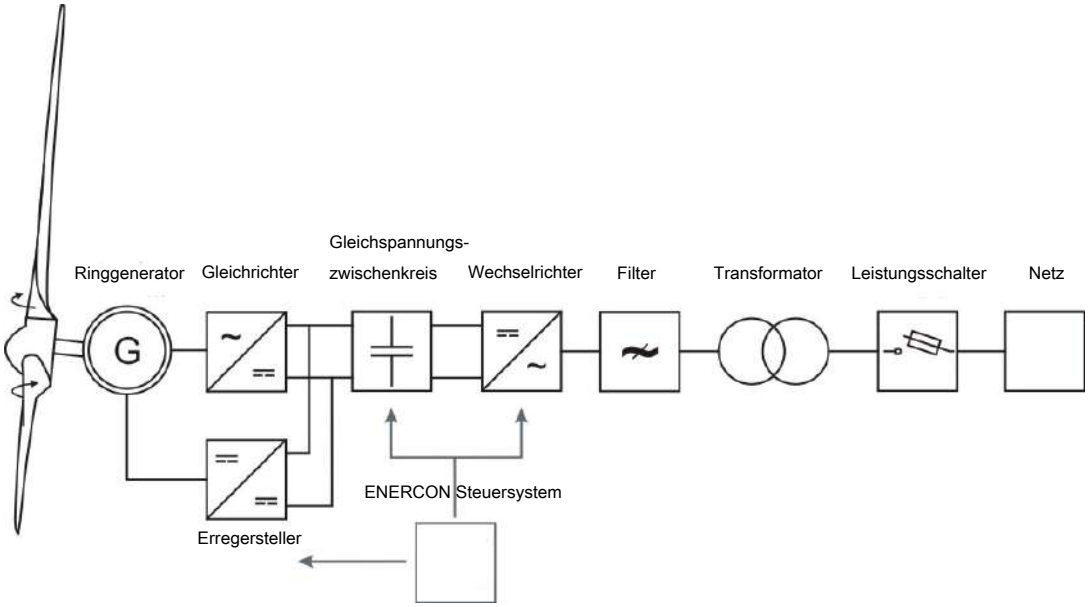


Abb. 3: Vereinfachtes elektrisches Diagramm einer ENERCON WEA

Blindleistung

Die E-103 EP2 kann mit der Standard FACTS-Steuerung (Flexible AC Transmission System) bei Bedarf Blindleistung bereitstellen und somit zur Blindleistungsbilanz und Spannungshaltung im Netz beitragen. Bereits ab 10 % der Nennwirkleistung steht der volle Blindleistungsstellbereich zur Verfügung. Der maximale Blindleistungsstellbereich variiert je nach Anlagenkonfiguration.

Konfiguration FT

Die E-103 EP2 ist standardmäßig mit der FACTS-Technologie ausgerüstet, die die hohen Anforderungen spezifischer Netzkodizes erfüllt. Sie kann gestörte Systemzustände im Netz (Unterspannung, Überspannung, Kurzunterbrechungen etc.) mit einer Fehlerdauer von bis zu 5 s durchfahren (FT = FACTS + FRT-Fault Ride Through) und somit während eines Fehlerzustands mit dem Netz verbunden bleiben.

Überschreitet die gemessene Spannung am Referenzpunkt einen definierten Grenzwert, wechselt die ENERCON Windenergieanlage von dem Normalbetrieb in einen speziellen Fehlerbetriebsmodus.

Nach Fehlerklärung kehrt die Windenergieanlage in den Normalbetrieb zurück und speist die verfügbare Leistung in das Netz ein. Kehrt die Spannung nicht innerhalb einer einstellbaren Zeit (max. 5 s) in den für den Normalbetrieb zulässigen Betriebsbereich zurück, wird die Windenergieanlage vom Netz getrennt.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Bei Durchfahren des Netzfehlers gibt es verschiedene Fehlermodi mit unterschiedlichen Strategien der Einspeisung eines zusätzlichen Blindstroms während des Netzfehlers. Die Steuerungsstrategien beinhalten wiederum unterschiedliche Einstellmöglichkeiten für die Fehlerarten.

Die Auswahl einer geeigneten Steuerungsstrategie basiert auf spezifischen Projekt- und Netzanschlussbedingungen, die von dem zuständigen Netzbetreiber bestätigt werden müssen.

Konfiguration FTS

FACTS Transmission (FRT) mit Option STATCOM

Wie Konfiguration FT, jedoch befähigt STATCOM (**Stat**ic **Com**pensator) die Windenergieanlage zusätzlich, Blindleistung abzugeben und aufzunehmen unabhängig davon, ob sie selbst Wirkleistung erzeugt und ins Netz einspeist. Ähnlich einem Kraftwerk kann sie damit das Stromnetz jederzeit aktiv stützen. Ob die Konfiguration eingesetzt werden kann, muss am jeweiligen Projekt geprüft werden.

Konfiguration FTQ

FACTS Transmission (FRT) mit Option Q+

Die Konfiguration FTQ besitzt alle Eigenschaften der Konfiguration FT. Darüber hinaus verfügt sie über einen erweiterten Blindleistungsstellbereich.

Konfiguration FTQS

FACTS Transmission (FRT) mit Optionen Q+ und STATCOM

Die Konfiguration FTQS besitzt alle Eigenschaften der Konfigurationen FTQ und FTS.

Frequenzschutz

ENERCON Windenergieanlagen können in Netzen mit einer Nennfrequenz von 50 Hz oder auch 60 Hz eingesetzt werden.

Der Arbeitsbereich der E-103 EP2 ist durch einen unteren und oberen Grenzwert für die Frequenz vorgegeben. Über- und Unterfrequenzereignisse am Referenzpunkt der WEA führen zum Auslösen des Frequenzschutzes und nach Ablauf der Verzögerungszeit von maximal 60 s zum Abschalten der WEA.

Leistungs-Frequenz-Regelung

Kommt es aufgrund einer Netzstörung zu einer kurzfristigen Überfrequenz, können ENERCON Windenergieanlagen ihre Leistungseinspeisung dynamisch reduzieren, um einen Beitrag zur Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen Erzeuger- und Verbundnetz zu leisten.
Die eingespeiste Wirkleistung der ENERCON Windenergieanlagen kann im Normalbetrieb vorbeugend begrenzt werden. Im Fall einer Unterfrequenz wird dann die durch diese Begrenzung vorgehaltene Leistung zur Frequenzstabilisierung bereitgestellt. Die Charakteristik dieser Regelung kann sehr flexibel an verschiedenste Anforderungen angepasst werden.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 102543

5 Sicherheitssystem

Die E-103 EP2 verfügt über eine Vielzahl von sicherheitstechnischen Einrichtungen, die dazu dienen, die WEA dauerhaft in einem sicheren Betriebsbereich zu halten. Neben Komponenten, die ein sicheres Anhalten der Windenergieanlagen gewährleisten, zählt hierzu ein komplexes Sensorsystem. Dieses erfasst ständig alle relevanten Betriebszustände der Windenergieanlage und stellt die entsprechenden Informationen über das Fernüberwachungssystem ENERCON SCADA System bereit.

Bewegen sich sicherheitsrelevante Betriebsparameter außerhalb eines zulässigen Bereichs, wird die Windenergieanlage mit reduzierter Leistung weiterbetrieben oder angehalten.

5.1 Sicherheitseinrichtungen

Not-Halt-Taster

In der ENERCON Windenergieanlage befinden sich neben der Turmeingangstür, am Steuerschrank im Turmfuß, am Gondelsteuerschrank und gegebenenfalls auf weiteren Ebenen des E-Moduls Not-Halt-Taster. Bei Betätigung eines Not-Halt-Tasters wird die Rotorbremse eingeschaltet. Die Rotorblätter werden notverstellt.

Weiterhin versorgt werden:

- die Rotorbremse
- die Befeuerung
- die Beleuchtung
- die Steckdosen

Hauptschalter

In der ENERCON Windenergieanlage sind am Steuerschrank und am Gondelsteuerschrank Hauptschalter verbaut. Sie schalten bei Betätigung fast die gesamte Windenergieanlage spannungsfrei.

Weiterhin versorgt werden:

- die Befeuerung
- die Aufstiegshilfe
- die Steckdosen
- die Beleuchtung
- der Mittelspannungsbereich

5.2 Sensorensystem

Eine Vielzahl von Sensoren erfasst laufend den aktuellen Zustand der Windenergieanlage und die relevanten Umgebungsparameter (z. B. Rotordrehzahl, Temperatur, Windgeschwindigkeit, Blattbelastung etc.). Die Anlagensteuerung wertet die Signale aus und steuert die Windenergieanlage im Regelfall so, dass die aktuell verfügbare Windenergie optimal ausgenutzt wird und dabei die Sicherheit des Betriebs gewährleistet ist.

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Redundante Sensoren

Um eine Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der gemeldeten Werte zu ermöglichen, sind für einige Betriebszustände redundante Sensoren eingebaut. Dies gilt z. B. für die Messung der Temperatur im Generator, die Messung der Windgeschwindigkeit oder die Messung des aktuellen Rotorblattwinkels. Ein defekter Sensor wird zuverlässig erkannt und kann repariert oder durch die Aktivierung eines Reservesensors ersetzt werden. Die Windenergieanlage kann dadurch in der Regel ohne den Austausch größerer Komponenten sicher weiter betrieben werden.

Kontrolle der Sensoren

Die Funktionstüchtigkeit aller Sensoren wird entweder im laufenden Betrieb regelmäßig durch die Anlagensteuerung selbst oder, wo dies nicht möglich ist, im Zuge der Anlagenwartung kontrolliert.

Drehzahlüberwachung

Die Anlagensteuerung der ENERCON Windenergieanlage regelt durch Verstellung des Blattwinkels die Rotordrehzahl so, dass die Nenndrehzahl auch bei sehr starkem Wind nicht nennenswert überschritten wird. Auf plötzlich eintretende Ereignisse, wie z. B. eine starke Windbö oder eine schlagartige Verringerung der Generatorlast, kann die Blattverstellung jedoch unter Umständen nicht schnell genug reagieren. Wenn dann die Nenndrehzahl um mehr als 15 % überschritten wird, hält die Anlagensteuerung den Rotor an. Nach 3 Minuten unternimmt die Windenergieanlage automatisch einen neuen Startversuch. Ist diese Störung innerhalb von 24 Stunden mehr als 5-mal aufgetreten, wird ein Defekt vermutet. Es wird kein weiterer Startversuch unternommen.

Zusätzlich zur elektronischen Überwachung befindet sich innerhalb oder bei jedem der 3 Blattregelschränke ein elektromechanischer Überdrehzahlschalter (Fliehkraftschalter). Jeder einzelne dieser Schalter kann die Windenergieanlage per Notverstellung anhalten. Die Schalter lösen aus, wenn die Nenndrehzahl des Rotors um mehr als 25 % überschritten wird. Für den Neustart der Windenergieanlage müssen die Überdrehzahlschalter manuell zurückgesetzt werden, nachdem die Ursache für die Überdrehzahl gefunden und beseitigt wurde.

Vibrationsüberwachung

Der Vibrationswächter erkennt übermäßig starke Vibrationen und Erschütterungen, wie sie z. B. durch eine Störung im Gleichrichter auftreten können. Er ist an der Unterseite des Maschinenträgers der Windenergieanlage montiert und besteht aus einem Grenzschalter mit Federstab, an dessen Ende eine Kugel an einer Kette befestigt ist. Die Kugel lagert auf dem Ende eines kurzen, senkrecht stehenden Rohrs. Bei starken Vibrationen fällt die Kugel von der Rohrauflage, betätigt per Kette den Schalter und löst dadurch eine Notverstellung der Rotorblätter aus, die den Rotor anhält.

Luftspaltüberwachung

Die Breite des Luftspalts zwischen Rotor und Stator des Ringgenerators wird mithilfe von Mikroschaltern, verteilt über den Rotorumfang, überwacht. Löst einer der Schalter wegen Unterschreitung des Mindestabstands aus, wird die Windenergieanlage angehalten und nach kurzer Zeit neu gestartet.

Tritt diese Störung innerhalb von 24 Stunden noch einmal auf, bleibt die Windenergieanlage angehalten, bis die Ursache beseitigt wurde.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA. Colegiado nº 0026543

Schwingungsüberwachung

Die Schwingungsüberwachung erkennt zu starke Schwingungen bzw. Auslenkungen der Turmspitze der Windenergieanlage.

2 Beschleunigungsaufnehmer erfassen die Beschleunigungen der Gondel in Richtung der Nabenachse (Längsschwingung) und quer dazu (Querschwingung). Die Anlagensteuerung berechnet daraus laufend die Auslenkung des Turms gegenüber der Ruheposition. Überschreitet die Auslenkung das zulässige Maß, hält die Windenergieanlage an. Nach kurzer Zeit erfolgt ein automatischer Neustart. Die Beschleunigungsaufnehmer sind auf derselben Halterung montiert wie der Vibrationswächter. Treten innerhalb von 24 Stunden mehrfach unzulässige Turmschwingungen auf, unternimmt die Windenergieanlage keinen neuen Startversuch mehr.

Temperaturüberwachung

Einige Komponenten der ENERCON Windenergieanlage werden gekühlt. Zudem messen Temperatursensoren kontinuierlich die Temperatur an Anlagenkomponenten, die vor hohen Temperaturen geschützt werden müssen.

Bei zu hohen Temperaturen wird die Leistung der Windenergieanlage reduziert, gegebenenfalls wird sie angehalten. Die Anlage kühlt ab und läuft im Allgemeinen automatisch wieder an, sobald eine vorgegebene Grenztemperatur unterschritten wird.

Einige Messpunkte sind zusätzlich mit Übertemperaturschaltern ausgerüstet. Diese veranlassen ebenfalls ein Anhalten der Windenergieanlage, in bestimmten Fällen ohne automatischen Wiederanlauf nach Abkühlung, wenn die Temperatur einen bestimmten Grenzwert überschreitet.

Einige Baugruppen, z. B. die Energiespeicher der Gefahrenbefeuerung und der Generator, werden bei zu niedrigen Temperaturen gewärmt, um sie betriebsbereit zu halten.

Gondelinterne Geräuschüberwachung

Im Rotorkopf befinden sich Sensoren, die auf laute Schlaggeräusche, etwa durch lose oder defekte Komponenten, reagieren. Die Windenergieanlage wird angehalten, wenn einer der Sensoren Geräusche meldet und kein Hinweis auf andere Ursachen vorliegt.

Um äußere Ursachen für Geräusche, v. a. Hagelschlag bei Gewitter, auszuschließen, werden die Meldungen aller Windenergieanlagen in einem Windpark miteinander verglichen. Bei Einzelanlagen wird zusätzlich ein Geräuschsensor im Maschinenhaus genutzt. Wenn die Sensoren mehrerer Anlagen oder der Geräuschsensor im Maschinenhaus gleichzeitig Geräusche melden, werden äußere Ursachen vermutet. Die Geräuschsensoren werden für einen kurzen Zeitraum deaktiviert, so dass keine Windenergieanlage im Windpark angehalten wird.

Überwachung der Kabelverdrillung

Sollte sich die Gondel der Windenergieanlage bis zu 3-mal um die eigene Achse gedreht und die im Turm hinabgeführten Kabel verdrillt haben, nutzt die Steuerung der Windenergieanlage die nächste Gelegenheit, um die Kabel automatisch zu entdrillen.

Die Überwachung der Kabelverdrillung verfügt über eine Sensorik, die bei einer Überschreitung des zulässigen Stellbereichs die Stromversorgung der Azimutmotoren unterbricht.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6 Anlagensteuerung

Die Steuerung der E-103 EP2 beruht auf einem im Hause ENERCON entwickelten Mikroprozessorsystem, das über Sensoren sämtliche Anlagenkomponenten sowie Daten, wie Windrichtung und Windgeschwindigkeit, abfragt und die Betriebsweise der E-103 EP2 entsprechend anpasst. Der aktuelle Status der Windenergieanlage und eventuelle Störungen werden im Anlagendisplay des Steuerschranks im Turmfuß angezeigt.

6.1 Windnachführung

Auf dem oberen Abschluss des Turms befindet sich das Azimutlager mit einem außenverzahnten Zahnkranz. Das Azimutlager ermöglicht die Drehung und somit die Windnachführung der Gondel.

Ist die Abweichung zwischen der Windrichtung und der Richtung der Rotorachse größer als der vorgegebene zulässige Maximalwert, werden die Azimutantriebe eingeschaltet, die die Gondel dem Wind nachführen. Die Steuerung der Azimutmotoren gewährleistet ein sanftes Anlaufen und Bremsen. Die Anlagensteuerung überwacht die Windnachführung. Erkennt sie Unregelmäßigkeiten, wird die Windnachführung deaktiviert und die Windenergieanlage angehalten.

6.2 Rotorblattverstellung

Funktionsprinzip

Die Blattverstellung ändert den Anstellwinkel, mit dem die Luft das Blattprofil anströmt. Mit dem Blattwinkel ändert sich der Auftrieb des Rotorblatts und damit auch die Kraft, mit der das Blatt den Rotor dreht.

Im normalen Betrieb (Automatikbetrieb) wird der Blattwinkel so eingestellt, dass einerseits die im Wind enthaltene Energie optimal ausgenutzt wird und andererseits keine Überlastung der Windenergieanlage eintritt; ggf. werden dabei auch Randbedingungen wie Schalloptimierung eingehalten. Außerdem ermöglicht die Blattverstellung das aerodynamische Abbremsen des Rotors.

Erreicht die Windenergieanlage ihre Nennleistung, dreht die Blattverstellung die Rotorblätter bei weiter steigender Windgeschwindigkeit gerade so weit aus dem Wind, dass die Rotordrehzahl und die vom Wind aufgenommene und vom Generator umzusetzende Leistung die Nennwerte nicht oder nur unwesentlich übersteigen.

Aufbau

Jedes Rotorblatt ist mit einer Blattverstelleinheit ausgestattet. Die Blattverstelleinheit besteht aus einem Blattregelschrank, einem Blattrelaisschrank, einem Blattverstellmotor und einer Kondensatoreinheit. Der Blattregelschrank und der Blattrelaisschrank steuern den Blattverstellmotor. Die Kondensatoreinheit hat die für eine Notverstellung nötige Energie gespeichert und wird während des Anlagenbetriebs im geladenen Zustand gehalten und laufend getestet.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 002654

Blattwinkel

Besondere Rotorblattstellungen (Blattwinkel) sind bei der E-103 EP2:

A: 2° Normalstellung im Teillastbetrieb: maximale Ausnutzung des Windangebots.

B: ≥ 60° Trudelbetrieb (Windenergieanlage speist wegen zu geringer Windgeschwindigkeit keine Leistung ein): Je nach Windgeschwindigkeit dreht sich der Rotor mit geringer Drehzahl oder steht bei völliger Windstille still.

C: 92° Fahnenstellung (Rotor wurde manuell oder automatisch angehalten): Die Rotorblätter erzeugen auch bei Wind keinen Auftrieb, der Rotor steht still oder bewegt sich ganz leicht.

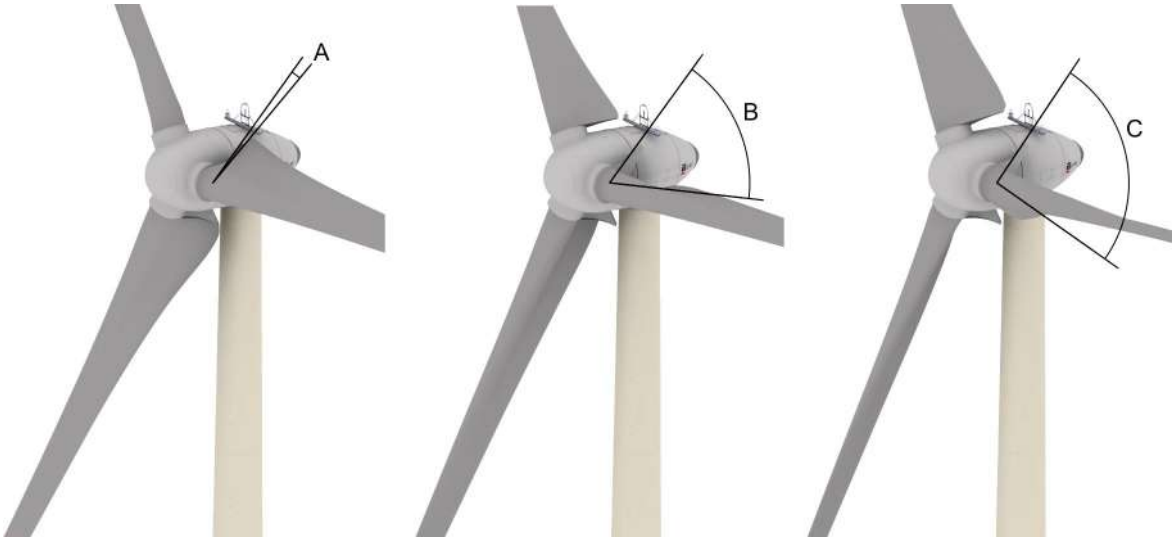


Abb. 4: Besondere Blattstellungen

6.3 Anlagenstart

6.3.1 Startvorbereitung

Solange ein Hauptstatus > 0 ansteht, bleibt die Windenergieanlage angehalten. Sobald der Hauptstatus 0 wird, ist die Anlage bereit und der Startvorgang wird eingeleitet. Sollten bestimmte Randbedingungen für einen Start, wie z. B. das Laden der Kondensatoreinheiten der Rotorblattnotverstellung, noch nicht abgeschlossen sein, wird der Status `0:3 - Startvorbereitung` angezeigt.

Während der Startvorbereitung beginnt eine 150 Sekunden dauernde Windmess- und Ausrichtungsphase der Windenergieanlage.

6.3.2 Windmessung und Ausrichten der Gondel

Ist die Startvorbereitung abgeschlossen, wird der Status `0:2 - Anlage bereit` angezeigt.

Sofern sich die Steuerung im Automatikbetrieb befindet, die gemittelte Windgeschwindigkeit größer als 1,8 m/s ist und die Abweichung der Windrichtung ausreichend für eine Windnachführung ist, beginnt die Windenergieanlage sich zum Wind auszurichten. Die

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Windenergieanlage geht 60 Sekunden nach Abschluss der Startvorbereitung in den Trudelbetrieb über. Die Rotorblätter fahren langsam vor und gleichzeitig werden die Kondensatoreinheiten der Rotorblattnotverstellung geprüft.

Ist die Windenergieanlage mit Blattlastsensoren ausgestattet, stoppen die Rotorblätter bei einem Winkel von 70° und führen dort den unter Umständen mehrere Minuten andauernden Abgleich der Lastmessstellen durch. Während dieser Zeit wird der Status `0:5 - Abgleich Load Control` angezeigt.

Liegt die mittlere Windgeschwindigkeit in der Zeit der Windmess- und Ausrichtungsphase von 150 Sekunden oberhalb der aktuellen Startwindgeschwindigkeit (ca. 2,0 m/s), beginnt der Startvorgang (Status `0:1`). Anderenfalls bleibt die Windenergieanlage im Trudelbetrieb (Status `2:1 - Windmangel: Windgeschwindigkeit zu niedrig`).

Eigenbedarf

Da die Windenergieanlage zu diesem Zeitpunkt keine Wirkleistung erzeugt, wird die für den Eigenbedarf der Anlage notwendige elektrische Energie aus dem Netz bezogen.

6.3.3 Erregung des Generators

Sobald der Rotor eine vom Anlagentyp abhängige Drehzahl erreicht, beginnt die Erregung des Generators. Der hierfür notwendige Strom wird kurzzeitig aus dem Netz bezogen. Erreicht der Generator eine ausreichende Drehzahl, versorgt sich die Windenergieanlage selbst mit Strom. Der Strom für die Eigenerregung wird dann aus dem Gleichrichterzwischenkreis entnommen und die aus dem Netz bezogene Energie wird auf null reduziert.

6.3.4 Leistungseinspeisung

Sobald eine ausreichende Zwischenkreisspannung zur Verfügung steht und die Kopplung des Erregerstellers zum Netz nicht mehr besteht, wird der Einspeisevorgang eingeleitet. Nach Erhöhung der Drehzahl bei ausreichend Wind und bei einem Leistungssollwert $P_{soll} > 0$ werden die Netzschütze (Niederspannungsseite) geschlossen und die E-103 EP2 beginnt bei ca. 4,8 U/min mit der Einspeisung in das Netz.

Die Leistungsregelung regelt den Erregerstrom so, dass die Einspeisung nach der geforderten Leistungskennlinie erfolgt.

Der Gradient für die Leistungserhöhung (dP/dt) nach einem Netzfehler oder nach einem Normalstart kann in der Anlagensteuerung innerhalb eines bestimmten Bereichs festgelegt werden. Nähere Angaben hierzu können aus dem Datenblatt *Netztechnische Leistungsmerkmale* für den jeweiligen ENERCON Windenergieanlagentyp entnommen werden.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B356C
SERGIO PAREDES GARCIA Colegiado nº 0006543

6.4 Betriebsarten

Ist der Startvorgang der E-103 EP2 beendet, arbeitet die Windenergieanlage im Automatikbetrieb (Normalbetrieb). Im Betrieb werden ständig die Windverhältnisse ermittelt, die Rotordrehzahl, die Generatorerregung und die Generatorleistung optimiert, die Gondelposition der Windrichtung angepasst und sämtliche Sensorzustände erfasst.

Um die Stromerzeugung bei unterschiedlichsten Windverhältnissen zu optimieren, wechselt die Windenergieanlage im Rahmen des Automatikbetriebs je nach Windgeschwindigkeit zwischen 3 Betriebsarten. Unter bestimmten Umständen hält die Windenergieanlage auch an, wenn die Anlagenkonfiguration dies vorsieht (z. B. wegen Schattenschlags). Zusätzlich kann das Energieversorgungsunternehmen, in dessen Netz die erzeugte Energie eingespeist wird, die Möglichkeit bekommen, per Fernsteuerung das Verhalten der Windenergieanlage direkt zu beeinflussen, z. B. um die Einspeisung zeitweilig zu reduzieren.

Die E-103 EP2 wechselt zwischen folgenden Betriebsarten:

- Volllastbetrieb
- Teillastbetrieb
- Trudelbetrieb

6.4.1 Volllastbetrieb

Windgeschwindigkeit
v ≥ 11 (2000 kW)/12 (2350 kW) m/s

Bei und oberhalb der Nenn-Windgeschwindigkeit hält die Windenergieanlage die Drehzahl des Rotors durch Blattverstellung auf ihrem Sollwert (ca. 14,8 (2000 kW)/15 (2350 kW) U/min) und begrenzt dadurch die Leistung auf ihren Nennwert von 2000/2350 kW.

Sturmregelung aktiv (Normalfall)

Die Sturmregelung ermöglicht den Anlagenbetrieb auch bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten, jedoch mit reduzierter Rotordrehzahl und Leistung.

Oberhalb von ca. 28 m/s (im 12-s-Mittel) wird die Drehzahl mit weiter steigender Windgeschwindigkeit linear von 14,8 (2000 kW)/15 (2350 kW) U/min bis auf Trudeldrehzahl bei ca. 34 m/s heruntergeregelt, indem die Rotorblätter entsprechend weit aus dem Wind gedreht werden. Die eingespeiste Leistung sinkt dabei gemäß der Drehzahl-Leistungs-Kennlinie ab.

Bei Windgeschwindigkeiten oberhalb von 34 m/s (im 10-min-Mittel) stehen die Rotorblätter nahezu in Fahnenstellung. Die Windenergieanlage läuft im Trudelbetrieb ohne Leistungsabgabe, bleibt aber mit dem aufnehmenden Stromnetz verbunden. Wenn die Windgeschwindigkeit unter 34 m/s sinkt, beginnt die Anlage wieder mit der Stromeinspeisung.

Die Sturmregelung ist standardmäßig aktiviert und kann nur per Fernwartung oder vor Ort vom ENERCON Service deaktiviert werden.

Sturmregelung nicht aktiv

Ist die Sturmregelung im Ausnahmefall deaktiviert, wird die Windenergieanlage aus Sicherheitsgründen angehalten, wenn die Windgeschwindigkeit 25 m/s (im 3-min-Mittel) oder 30 m/s (im 15-s-Mittel) übersteigt. Wenn innerhalb von 10 Minuten nach dem Anhalten keines der beiden Ereignisse auftritt, wird die Windenergieanlage automatisch neu gestartet.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6.4.2 Teillastbetrieb

Windgeschwindigkeit
2,5 m/s ≤ v < 11 (2000 kW)/12 (2350 kW) m/s

Während des Teillastbetriebs (die Windgeschwindigkeit liegt zwischen Einschalt- und Nenngeschwindigkeit) wird die maximal mögliche Leistung aus dem Wind entnommen. Rotordrehzahl und Leistungsabgabe ergeben sich aus der jeweils aktuellen Windgeschwindigkeit. Dabei beginnt die Blattwinkelverstellung schon im Grenzbereich zum Vollastbetrieb, um einen kontinuierlichen Übergang zu gewährleisten.

6.4.3 Trudelbetrieb

Windgeschwindigkeit
v < 2,5 m/s

Bei Windgeschwindigkeiten unterhalb 2,5 m/s kann kein Strom ins Netz eingespeist werden. Die Windenergieanlage läuft im Trudelbetrieb, d. h. die Rotorblätter sind weitgehend aus dem Wind gedreht (Blattwinkel ≥ 60°), und der Rotor dreht sich langsam oder bleibt bei völliger Windstille ganz stehen.

Durch die langsame Bewegung (Trudeln) werden die Rotorlager weniger belastet als bei längerem Stillstand und eine Wiederaufnahme der Stromerzeugung und -einspeisung bei wieder stärker werdendem Wind ist schneller möglich.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6.5 Sicheres Anhalten der Windenergieanlage

Die ENERCON Windenergieanlage kann durch manuellen Eingriff oder automatisch durch die Steuerung angehalten werden.

Die Ursachen werden nach Gefährdung in Gruppen eingeteilt.

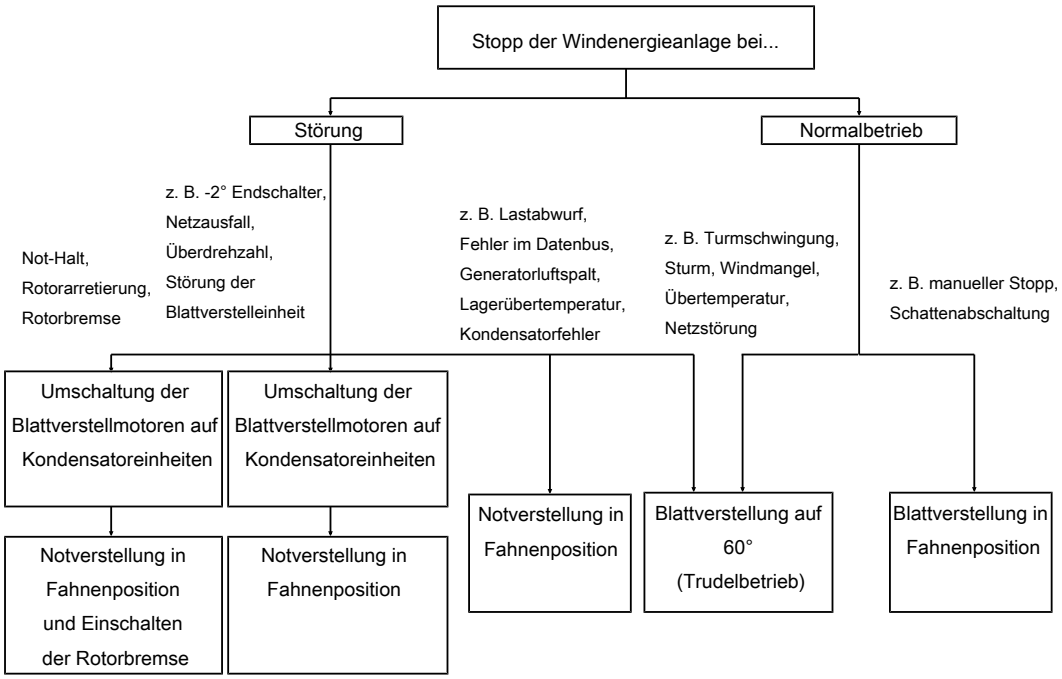


Abb. 5: Übersicht der Haltevorgänge

Anhalten der Windenergieanlage durch die Rotorblattverstellung

Bei einer nicht sicherheitsrelevanten Störung werden die Rotorblätter über die Steuerung der Windenergieanlage aus dem Wind gedreht, worauf die Rotorblätter keinen Auftrieb mehr erzeugen und die Windenergieanlage sicher anhält.

Notverstellung

Der Energiespeicher der Blattverstelleinheit hat die für eine Notverstellung nötige Energie gespeichert und wird während des Anlagenbetriebs im geladenen Zustand gehalten und laufend getestet. Bei einer Notverstellung werden die Antriebseinheiten vom zugehörigen Energiespeicher mit Energie versorgt. Die Rotorblätter fahren ungesteuert und voneinander unabhängig in eine Stellung, in der sie keinen Auftrieb erzeugen, die sogenannte Fahnenstellung.

Da die 3 Blattverstelleinheiten sich sowohl gegenseitig kontrollieren als auch unabhängig voneinander funktionieren, können beim Ausfall einer Komponente die verbliebenen Blattverstelleinheiten weiterhin arbeiten und den Rotor anhalten.

Notbremsung

Wenn ein Not-Halt-Taster gedrückt wird oder wenn bei drehendem Rotor die Rotorarretierung betätigt wird, leitet die Steuerung eine Notbremsung ein.

Dabei wird zusätzlich zur Notverstellung der Rotorblätter die Rotorbremse aktiviert. Der Rotor wird innerhalb von 10 bis 15 Sekunden von der Nenndrehzahl bis zum Stillstand gebremst.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

7 Fernüberwachung

Standardmäßig sind alle ENERCON Windenergieanlagen über das ENERCON SCADA System (Supervisory Control and Data Acquisition) mit der regionalen Serviceniederlassung verbunden. Diese kann jederzeit die Betriebsdaten von jeder Windenergieanlage abrufen und ggf. sofort auf Auffälligkeiten und Störungen reagieren.
Auch alle Statusmeldungen gehen über das ENERCON SCADA System an eine Serviceniederlassung und werden dort dauerhaft gespeichert. Nur so ist gewährleistet, dass alle Erfahrungen aus dem praktischen Langzeitbetrieb in die Weiterentwicklung der ENERCON Windenergieanlagen einfließen können.
Die Anbindung der einzelnen Windenergieanlagen läuft über einen speziell dafür vorgesehenen Personal Computer (ENERCON SCADA Server), der üblicherweise in der Übergabestation oder in dem Umspannwerk eines Windparks aufgestellt wird. In jedem Windpark ist ein ENERCON SCADA Server installiert.
Das ENERCON SCADA System, seine Eigenschaften und seine Bedienung sind in separaten Dokumenten beschrieben.
Auf Wunsch des Betreibers kann die Überwachung der Windenergieanlagen von einer anderen Stelle übernommen werden.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

8 Wartung

Um den dauerhaft sicheren und optimalen Betrieb der Windenergieanlage sicherzustellen, muss diese in regelmäßigen Abständen gewartet werden.

ENERCON Windenergieanlagen werden regelmäßig, je nach Anforderung mindestens einmal jährlich, gewartet.
Bei der Wartung werden alle sicherheitsrelevanten Komponenten und Funktionen geprüft, z. B. Blattverstellung, Windnachführung, Sicherheitssysteme, Blitzschutzsystem, Anschlagpunkte und Sicherheitssteigleiter. Die Schraubverbindungen an den tragenden Verbindungen (Hauptstrang) werden geprüft. Alle weiteren Komponenten werden einer Sichtprüfung unterzogen, bei der Auffälligkeiten und Schäden festgestellt werden. Verbrauchte Schmierstoffe werden nachgefüllt.
Die Wartungsintervalle und Wartungsumfänge können je nach regionalen Richtlinien und Normen abweichen.

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

9 Technische Daten E-103 EP2

Allgemein	
Hersteller	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich
Typenbezeichnung	E-103 EP2
Nennleistung	2000/2350 kW
Nabenhöhen	78,33 m, 84,58 m, 98,00 m, 98,38 m, 108,38 m, 138,48 m
Rotordurchmesser	103 m
IEC-Windklasse (ed. 3)	IIIA und S
Extrem-Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (10-min-Mittelwert)	37,5 m/s (IIIA); 38,0 m/s (S)
	entspricht einem Lastäquivalent von circa 52,5 m/s (IIIA) (3-s-Bö); 53,2 m/s (S) (3-s-Bö)
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	7,5 m/s (IIIA); 8,6 m/s (S)

Rotor mit Rotorblattverstellung	
Typ	Luvläufer mit aktiver Rotorblattverstellung
Drehrichtung	Uhrzeigersinn
Rotorblatt-Anzahl	3
Rotorblatt-Länge	49,3 m
überstrichene Fläche	8332 m^2
Rotorblatt-Material	GFK/CFK/Epoxidharz/Balsaholz/Schaumstoff
untere Drehzahl Leistungseinspeisung bis Nenndrehzahl	4,8 - 14,4 (2000 kW)/14,6 (2350 kW) U/min
Tipgeschwindigkeit bei Solldrehzahl	bis 79,82 (2000 kW)/80,89 (2350 kW) m/s
Abregelwindgeschwindigkeit	28 - 34 m/s (mit optionaler ENERCON Sturmregelung)
Konuswinkel	0°
Rotorachswinkel	5°
Rotorblattverstellung	je Rotorblatt ein autarkes elektrisches Stellsystem mit zugeordneter Notversorgung

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Antriebsstrang mit Generator	
Anlagenkonzept	getriebelos, variable Drehzahl, Vollumrichter
Nabe	starr
Lagerung	zweireihiges Kegelrollenlager/Zylinderrollenlager
Generator	ENERCON Ringgenerator, direktgetrieben
Netzeinspeisung	ENERCON Wechselrichter mit hoher Taktfrequenz und sinusförmigem Strom
Schutzart/Isolationsklasse	IP 23/F

Bremssystem	
aerodynamische Bremse	drei autarke Blattverstelleinheiten mit Notversorgung
Rotorbremse	integriert
Rotorarretierung	in 15°-Stufen rastend

Windnachführung	
Typ	elektrisch mit Azimutmotoren
Steuerung	aktiv über Azimutgetriebe

Anlagensteuerung	
Typ	Mikroprozessor
Netzeinspeisung	ENERCON Wechselrichter
Fernüberwachung	ENERCON SCADA
unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	integriert

Turmvarianten			
Nabenhöhe	Gesamthöhe	Bauart	Windklasse
78,33 m	129,83 m	Stahlturm mit Fundamentkorb	IEC IIIA[1]
84,58 m	136,08 m	Stahlturm mit Fundamentkorb	IEC IIIA[1] DIBt WZ2 GK I+II[2]
98,00 m	149,50 m	Stahlturm mit Fundamentkorb	IEC IIIA / S[1] DIBt WZ2 GK I+II[2]
98,38 m	149,88 m	Hybridturm	IEC IIIA[1]
108,38 m	159,88 m	Hybridturm	IEC IIIA[1] DIBt WZ2 GK I+II[2]
138,38 m	189,88 m	Hybridturm	IEC IIIA[1] DIBt WZ2 GK I+II[2]

[1]Edition 3; [2]Ausgabe 2012

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CAPÍTULO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

CAPÍTULO 4. PLIEGO DE CONDICIONES 1
A. OBRA CIVIL 7
1. CONDICIONES GERERALES 7
1.1. OBJETO 7
1.2. DOCUMENTACIÓN COMPLEMETARIA 7
1.3. CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN 8
1.4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 8
1.5. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS 9
1.6. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN 9
1.7. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN 9
1.8. MEDIOS Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN 10
1.9. MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO 10
1.10. SUMINISTRO DE AGUA 10
1.12. CONSTRUCCIÓN AUXILIARES 11
1.13. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y LIMPIEZA 11
1.14. INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES 11
1.15. RETIRADA DE MEDIOS AUXILIARES 11
1.16. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO 11
1.17. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL 12
1.18. SUBCONTRATOS 12
1.19. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS 12
2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 14
3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 15
3.1. PROCEDENCIA 15
3.2. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO 16
3.3. EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES 16
3.4. MATERIALES DEFECTUOSOS 16
3.5. TERRAPLENES 17
3.6. RELLENOS DE ZANJAS 17
3.7. ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍA 18
3.8. ZAHORRA ARTIFICIAL 18

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3.9. MADERA 18
3.10. HORMIGONES Y MORTEROS 19
3.11. ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO 20
4. CONDICIONES DE LA EJECCUCIÓN 21
4.1. CONSIDERACIONES GENERALES 21
4.2. COMPROBACIÓN DE REPLANTEO 22
4.3. PROGRAMA DE TRABAJO 24
4.4. DESVÍO DE SERVICIOS EXISTENTES 24
4.5. OCUPACIÓN DE SUPERFICIE 25
4.6. DESPEJE Y DESBROCE 25
4.7. EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS 26
4.8. EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS 26
4.9. EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS 27
4.10. RELLENOS DE ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTO DE CIMIENTOS Y OBRAS DE FÁBRICA 27
4.11. ZAHORRA ARTIFICIAL 28
4.12. HORMIGONES 28
4.13. MORTEROS DE CEMENTO 31
4.14. APEOS, CIMBRAS Y ENFORCADOS 31
4.15. ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO 31
4.16. OTRAS OBRAS Y TRABAJOS 32
4.17. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA 32
4.18. LIMPIEZA DE LAS OBRAS 32
4.19. OBRAS QUE DEBAN QUEDAR OCULTAS 33
4.20. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 33
5. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS 34
5.1. MODIFICACIÓN DEL PROYECTO 34
5.2. FIANZA 34
5.3. DAÑOS POR FUERZA JUNIOR 34
5.4. PLAZO DE GARANTÍA 34
5.5. PRECIOS UNITARIOS 34

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5.6. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL 35
5.7. INDEMNIZACIONES DEL CONTRATISTA 36
5.8. DESPEJE, DESBROCE Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL 36
5.9. EXCAVACIÓN EN LA EXPLANACIÓN 36
5.10. EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS 37
5.11. ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍAS 37
5.12. TERRAPLÉN 37
5.13. RELLENO DE ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS DE CIMIENTOS, TRASLADOS DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA 38
5.14. REFINO DE TALUDES 39
5.15. ZAHORRA ARTIFICIAL 39
5.16. HORMIGONES 39
5.17. ENFORCADOS 39
5.18. ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO 40
5.19. CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS IMPUESTOS EN OBRAS NO PREVISTAS 40
B. ELECTRICIDAD 41
1. CONDICIONES GENERALES 41
1.1. OBJETO 41
1.2. REGLAMENTACIÓN, INSTRUCCIONES, NORMATIVA Y RECOMENDACIONES 41
1.3. NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA 42
1.4. DISPOSICIONES LEGALES 42
1.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD 42
1.6. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES 43
1.7. DISPOSICIONES APLICABLES 43
1.8. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS 43
1.9. LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS 43
1.10. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA 44
2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 45
2.1. OBRAS COMPRENDIDAS 45
2.2. OBRAS CIVILES 45
2.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS 45

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2.4. MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES 45
2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 46
2.6. CONSERVACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA 46
2.7. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS 46
3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES 48
3.1. PLIEGOS GENERALES 48
3.2. CONTROL PREVIO DE LOS MATERIALES 48
3.3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN 48
3.4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LOS MATERIALES Y EQUIPAMIENTOS DE LOS CENTROS DE TRASNSFORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN 52
3.5. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE OBRA CIVIL 70
4. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 71
4.1. ORDEN DE LOS TRABAJOS 71
4.2. REPLANTEO 71
4.3. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 71
4.4. COMIENZO DE LAS OBRAS 73
4.5. ENSAYOS Y PRUEBA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 73
4.6. ACOPIOS 73
4.7. DIRECCIÓN E INSPIRACIÓN DE LAS OBRAS 74
4.8. REPRESENTACIÓN FACULTATIVA DEL CONTRATISTA 74
4.9. OBRAS ACCESORIAS 74
4.10. DETALLES OMITIDOS 74
4.11. RESPONSABILIDADD DE LA CONTRATA 75
5. PRUEBAS PARA RECEPCIONES 75
5.1. CONTROL DE MATERIALES. ENSAYOS 75
5.2. PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS 75
6. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS 78
6.1. GENERALIDADES 78
6.2. ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS 78
6.3. MEDICIÓN Y ABONO DE LA EXCAVACIÓN 79
6.4. MEDICIÓN Y ABONO DEL RELLENO 79
6.5. ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES, DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS 80

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6.6. MEDICIÓN Y ABONO DE OBRAS NO INCLUIDAS 80
7. DISPOSICIONES FINALES 81
7.1. CARÁCTER DE ESTE CONTRATO 81

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

A. OBRA CIVIL

1. CONDICIONES GERERALES

1.1. OBJETO

El objeto de este Pliego es la ordenación de las condiciones técnicas que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de las obras relativas a movimiento de tierras y obra civil del Parque Eólico

1.2. DOCUMENTACIÓN COMPLEMETARIA

El presente Pliego será completado por las condiciones que puedan fijarse en el anuncio del concurso o subasta, bases de ejecución de las obras y en el contrato o escritura.

Las condiciones de este Pliego serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas, en forma expresa, por los anuncios o bases, contratos o escritura, antes citados.

Serán asimismo de aplicación las siguientes disposiciones:

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes del Ministerio de Obras Públicas PG-3.

Instrucción para la recepción de cementos.

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, EF- 88, aprobada por Decreto 824/1988 de 15 de Julio.

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, del M.O.P.U. Orden de 28 de Julio de 1974.

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de tuberías de saneamiento para poblaciones (MOPU 1986).

Normas U.N.E.

Normas básicas de la edificación, N.B.E.

Normas Tecnológicas de la Edificación, N.T.E.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Pliego de Condiciones particulares y económicas que se establezcan para la contratación de estas obras.

Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE N.º 224 de 18 de septiembre de 2003.

Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora de la energía eléctrica.

Las disposiciones referentes a la Seguridad y Salud Laboral.

Asimismo, el Contratista está obligado al cumplimiento de todas las Instrucciones, Pliegos o Normas de toda índole promulgadas con anterioridad a la fecha de licitación y que sean de aplicación a los trabajos a realizar, tanto si están especificadas como si no lo están en la relación anterior.

Si algún concepto fuera condicionado de manera distinta en el presente Pliego y cualquiera de las disposiciones a las que se ha hecho referencia anteriormente, prevalecerá lo establecido en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En caso de discrepancia entre algunas condiciones impuestas por las normas señaladas, y no existiendo en el presente Pliego definición concreta de la aplicable, prevalecerá la más restrictiva.

1.3. CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el presente Pliego de Prescripciones, prevalecerá lo prescrito en este último, salvo criterio en contra del Director de las Obras.

Las omisiones en planos y Pliego de Prescripciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y Pliego de Prescripciones, o que, por uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en el Pliego de Prescripciones y en los planos.

1.4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Las prescripciones contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo, que se adjunta en el Proyecto, se considerarán a todos los efectos como formando parte del presente Pliego.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

1.5. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, los planos y demás documentos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente a la propiedad sobre cualquier contradicción o error.

1.6. DIRECCIÓN E INSPECCIÓN

La propiedad designará al Ingeniero Director que ha de dirigir e inspeccionar las obras, así como el resto del personal adscrito a la Dirección de Obra. Las órdenes del Ingeniero Director deberán ser aceptadas por el Contratista como emanadas directamente de la propiedad, la cual podrá exigir que las mismas le sean dadas por escrito y firmadas, con arreglo a las normas habituales en estas relaciones técnico-administrativas.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones de la Dirección de Obra, crea oportuna hacer el Contratista, deberá ser formulada por escrito, dentro del plazo de quince (15) días después de dictada la orden.

El Ingeniero Director decidirá sobre la interpretación de los planos y de las condiciones de este Pliego y será el único autorizado para modificarlos.

El Ingeniero Director o sus representantes tendrá acceso a todas las partes de la obra, y el Contratista les prestará la información y ayuda necesarias para llevar a cabo una inspección completa y detallada. Se podrá ordenar la remoción y sustitución a expensas del Contratista, de toda la obra hecha o de todos los materiales usados sin la supervisión o inspección del Ingeniero Director o sus representantes.

El contratista comunicará con antelación suficiente, nunca menor de ocho días, los materiales que tenga intención de utilizar, enviando muestras para su ensayo y aceptación y facilitando los medios necesarios para la inspección.

El Ingeniero Director podrá exigir que el Contratista retire de las obras a cualquier empleado u operario que no sea competente, falto de subordinación, o que sea susceptible de cualquier otra objeción similar.

Lo que no se expone respecto a la inspección de las obras y los materiales en este Pliego no releva a la Contrata de sus responsabilidades en la ejecución de las obras.

1.7. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director o sus subalternos o delegados, toda clase de facilidades tanto en medios como en mano de obra para replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales y equipos o se realicen trabajos para las obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

1.8. MEDIOS Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

A menos que se indique expresamente en los planos y documentación contractual, los medios y métodos de construcción serán elegidos por el Contratista, si bien reservándose el Ingeniero Director el derecho de rechazar aquellos medios o métodos propuestos por el Contratista que:

1. Constituyan o pueden causar un riesgo al trabajo, personas o bienes.

2. Que no permitan lograr un trabajo terminado conforme a lo exigido en el contrato.

Dicha aprobación del Ingeniero Director o en su caso silencio, no eximirá al Contratista de la obligación de cumplir el trabajo conforme a lo exigido en el contrato. En el caso de que el Ingeniero Director rechace los medios y métodos del Contratista no se considerará como una base de reclamaciones por daños causados.

1.9. MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO

Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o lleguen al objeto a que se destinen.

Estos materiales se retirarán por el Contratista y los gastos serán de su cuenta.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden del Ingeniero Director para que retire de las obras los materiales defectuosos no ha sido cumplida, procederá a verificar esta operación la entidad Contratante y los gastos serán abonados por el Contratista.

Si los materiales o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se recibirán, pero con la rebaja de precio que el mismo determine, a menos que el Contratista prefiera sustituirlos por otros adecuados.

1.10. SUMINISTRO DE AGUA

El Contratista tendrá obligación de montar y conservar por su cuenta un suministro de agua, tanto para las obras como para uso del personal, instalando y conservando los elementos precisos para este fin.

1.11. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica es por cuenta del Contratista, quien deberá establecer la línea o líneas de suministro en alta tensión, subestaciones, red de baja, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

1.12. CONSTRUCCIÓN AUXILIARES

El Contratista queda obligado, por su cuenta, a construir y a desmontar y retirar al final de las obras todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, etc., que sean necesarios para la ejecución de los trabajos.

Todas estas construcciones estarán supeditadas a la aprobación del Ingeniero Director de la obra en lo que se refiere a su ubicación, dimensiones, etc.

1.13. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y LIMPIEZA

El Contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el período de construcción y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, explosivos, etc., cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

1.14. INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES

El Contratista construirá y conservará las debidas instalaciones sanitarias provisionalmente, adaptadas en número y características a las exigidas por la reglamentación vigente, para ser utilizadas por los obreros y empleados en la obra en la forma y lugares debidamente aprobados por el Ingeniero Director.

A la terminación de la obra serán retiradas estas instalaciones procediendo a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas y dejando en todo caso éstos limpios y libres de inundaciones.

1.15. RETIRADA DE MEDIOS AUXILIARES

A la terminación de las obras, el Contratista retirará todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc. y procederá a la limpieza general de la obra.

1.16. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO

El Contratista deberá obtener todos los permisos y licencias que se precisen para la ejecución de las obras excepto aquellos que, por su índole específica sean competencia de la Administración.

La señalización de las obras, durante su ejecución, será de cuenta del Contratista que, asimismo, estará obligado a balizar, estableciendo incluso vigilancia permanente en aquellos puntos o zonas que, por su peligrosidad, puedan ser motivo de accidentes y en especial las zanjas abiertas y los obstáculos en vías abiertas al tráfico de vehículos o peatones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Será también de cuenta del Contratista las indemnizaciones y responsabilidades que tuvieran lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización insuficiente o defectuosa.

El Contratista, bajo su responsabilidad, asegurará el tráfico durante la ejecución de las obras, bien por caminos existentes o por las desviaciones construidas a su cargo que sean necesarias, atendiendo a la conservación de las vías utilizadas en condiciones tales que el tráfico se efectué dentro de las exigencias mínimas de seguridad.

Finalmente, correrán a cargo del Contratista todos aquellos gastos que se deriven de daños o perjuicios a terceros con motivo de las operaciones que requieran la ejecución de las obras o que se deriven de una actuación culpable o negligente del mismo.

1.17. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista antes de iniciar la ejecución de las obras deberá contratar, a su cargo, seguro contra todo daño, pérdida o lesión que pueda producirse a cualesquiera bienes o cualquier persona por la ejecución o causa de la ejecución de las obras o en cumplimiento del contrato.

1.18. SUBCONTRATOS

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de las obras.

1.19. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse la recepción de las obras, se someterán a pruebas de resistencia, estabilidad, impermeabilidad, compactación, etc. y se procederá a toma de muestras para la realización de ensayos. Todos los ensayos y pruebas a realizar en la obra serán por cuenta del Contratista, estando incluidas en el precio de las diferentes unidades, hasta un 1% del presupuesto líquido vigente de las obras, incluidos todos los posibles adicionales que puedan producirse.

Si el Ingeniero Director exigiera junior número de ensayos de los especificados en este Pliego y dieran resultados positivos, su costo será por cuenta de la Propiedad.

Los ensayos y pruebas de materiales y unidades de obra serán realizados por laboratorios especializados y reconocidos oficialmente que serán propuestos por el Contratista para su aprobación por la Dirección Facultativa de las obras.

En todo caso, la Propiedad se reserva el derecho de encargar, a costa de la Contrata, la ejecución de las pruebas y análisis preceptivos al Organismo Oficial que proceda.

Todas estas pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista en la forma antes indicada, quien facilitará todos los medios que para ellos se requiera, y se entiende que no están verificadas totalmente hasta que den resultados satisfactorios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Serán por cuenta del Contratista los asientos y averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precauciones.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción de las obras, es decir, la admisión de materiales o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones que tiene el Contratista de subsanar o reponer las obras o instalaciones que resultaron inaceptables parcial o temporalmente en el acto de reconocimiento parcial, pruebas de recepción o plazo de garantía.

Si, de las comprobaciones efectuadas, los resultados no fueran satisfactorios, la Propiedad podrá optativamente dar por recibida provisionalmente la obra, recogiendo en el Acta las incidencias, o retrasar la recepción hasta tanto el Contratista acondicione debidamente las obras dejándolas en perfectas condiciones de funcionamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras relativas a movimiento de tierras y obra civil constan, esencialmente de lo siguiente:

- Ejecución de los caminos de acceso y de servicio del parque, formados por plataforma de 4 m. de ancho, con firme de zahorra.
- Ejecución de las plataformas de maniobra junto a los aerogeneradores.
- Excavación y cimentaciones de los aerogeneradores, de acuerdo con lo expuesto en su proyecto constructivo particular.
- Ejecución de zanjas para la colocación de los cables eléctricos y extensión de los mismos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

3.1. PROCEDENCIA

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista y procederán de los lugares, fábricas o marcas que, elegidas por dicho Contratista, hayan sido previamente aprobadas por el Director de las Obras. Cuando existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor en la fecha de licitación.

El Contratista bajo su única responsabilidad y siempre que no se indique nada al respecto en los diferentes documentos del Proyecto, elegirá los lugares apropiados para la extracción de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, para la producción de los áridos para morteros y hormigones, para rellenos de zanjas u otros elementos, entendiéndose directamente con los propietarios de los terrenos en que yacen.

El Director de la obra, podrá aceptar o rehusar dichos lugares de extracción según sean los resultados de los ensayos de laboratorio, realizados con las muestras de materiales que el Contratista está obligado a entregar a requerimiento de aquel, o que los lugares elegidos pudieran afectar al paisaje del entorno. En su caso, si fuera preceptivo, el Contratista deberá realizar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, sin cargo alguno para la Propiedad.

La aceptación por parte del Ingeniero Director del lugar de extracción de los materiales, no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de los mismos y al volumen explotable.

El Contratista está obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de los yacimientos, y si durante la ejecución de las obras los materiales dejasen de cumplir las condiciones establecidas por el presente Pliego, o si la producción resultase insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista deberá buscar otro lugar de extracción, siguiendo las normas anteriores.

Si en algún caso se dispusiera de materiales aprobados para su utilización en zonas de la obra que no estuviesen preparados para su ejecución inmediata, el Contratista estará obligado a acopiarlos adecuadamente para su posterior utilización, sin que esta operación de retoma suponga, en ningún caso, un suplemento en el precio de las unidades de obra a construir.

Las zonas que proponga el Contratista para el acopio de estos materiales deberán ser de pendiente suave, habiéndose explanado las irregularidades que presenten hasta obtener una superficie razonablemente llana.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Antes de proceder a depositar los acopios, deberán eliminarse de la zona todos los elementos que, por su naturaleza, pudieran contaminar los materiales que se vayan a depositar.

Todas las zonas de acopios deberán ser aprobadas por el Director de las Obras, antes de su utilización.

3.2. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO

Los materiales que sin especificarse en el presente Pliego hayan de ser empleados en la obra serán de probada calidad, debiendo presentar el Contratista para recabar la aprobación del Ingeniero Director cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos para identificar la calidad de los materiales a emplear, pudiendo, en cualquier caso, admitirlos o rechazarlos el Ingeniero Director, sin que el Adjudicatario de las Obras tenga derecho a reclamación alguna.

3.3. EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES

Los materiales que se han de emplear en obra, podrán ser sometidos a todas las pruebas y ensayos que estime conveniente la Dirección de la Obra para conocer sus condiciones. A este fin, el Contratista estará obligado a presentar, con la anticipación debida, muestras o ejemplares de los distintos materiales.

Los ensayos se realizarán en el Laboratorio que designe el Ingeniero Director de las Obras.

Serán a cargo del Contratista todos los gastos de pruebas y ensayos de las distintas unidades de obra, que se realicen durante la ejecución de éstos, hasta un importe máximo del uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución por Contrata.

Aquellos ensayos que no hayan dado resultado satisfactorio o que no ofrezcan la debida garantía, a juicio del Director de Obra, deberán repetirse a cargo del Contratista, aun cuando con ello se rebase el importe máximo anteriormente indicado.

Realizados los ensayos y aceptado el material, no podrá emplearse otro que el de la muestra o ejemplar aceptado, sin que la aceptación exima de responsabilidad al Contratista, la cual subsistirá hasta que la obra sea recibida definitivamente.

3.4. MATERIALES DEFECTUOSOS

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación en él exigida para cumplir con su finalidad, o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que a su costa se

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

reemplacen por otros que satisfagan las mismas condiciones o cumplan el objeto a que se destinen.

Si los materiales fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, podrán emplearse, siendo la Administración quien, después de oír al Contratista, señalará el precio a que deben cobrarse los materiales. Si el Contratista no estuviera conforme con el precio así fijado, estará obligado a sustituir dichos materiales por otros que cumplan con las condiciones señaladas en este Pliego.

3.5. TERRAPLENES

El material a emplear en cimiento y núcleo de terraplén será suelo tolerable que se obtendrá de las excavaciones o de préstamos, con las siguientes características:

- No contendrá más de un veinticinco por ciento (25%) en peso, de piedras cuyo tamaño exceda de quince centímetros (15 cm).
- Su límite líquido será inferior a cuarenta (LL < 40), o simultáneamente: líquido menor de sesenta y cinco (LL < 65) e índice de plasticidad junior de seis décimas de límite líquido menos nueve (IP > 0,6 LL-9).
- La densidad máxima Proctor Normal no será inferior a mil cuatrocientos cincuenta kilos por metro cúbico (1.450 kg/m3).
- El índice C.B.R. será junior de tres (C.B.R > 3).
- El contenido en materia orgánica será inferior al dos por ciento (2%).

En los 0,50 m superiores el material a emplear será suelo seleccionado, cuando el suelo natural se encuentre dentro de la categoría de “tolerables” según el PG-3.

3.6. RELLENOS DE ZANJAS

En las zanjas, la primera capa de relleno a colocar sobre la arena, hasta veinte centímetros (20 cm.) sobre la generatriz superior exterior del tubo, se efectuará con un material que reúna las condiciones indispensables para el buen trabazón y apisonado. No contendrá fangos, ni gruesos superiores a cinco centímetros (5 cm), así como raíces o residuos orgánicos. Se compactará al 95% P.N.

El tamaño máximo del relleno superior no contendrá más de un 25% en peso de tamaño máximo veinte centímetros.

Estas condiciones son válidas siempre y cuando el relleno no vaya a constituir explanada de algún pavimento, en cuyo caso el tamaño máximo se limitará a 8 cm.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En el caso de que la zanja atraviese un camino, calle o carretera, o en el caso de que el relleno localizado forme parte de la infraestructura de los mismos, los cincuenta centímetros superiores bajo la subrasante serán suelos seleccionados compactados al 98% P.N.

En el caso de que la zanja discurra por tierra de labor, la capa superior estará constituida por la tierra vegetal que previamente se haya extraído en la excavación.

En el caso de cauces de barrancos, se seleccionará para el relleno el material grueso.

3.7. ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍA

La arena a utilizar para asiento de tuberías de abastecimiento podrá ser natural, de machaqueo o mezcla de ambas debiendo cumplir, en cualquier caso, las siguientes condiciones:

- El equivalente de arena será superior a setenta (70).
- El índice de plasticidad inferior a cinco (5).
- Por el tamiz número cinco (5) UNE, deberá pasar el cien por cien (100 %)
- El contenido de partículas arcillosas no excederá del uno (1 %) por cien del peso total.
- El contenido de azufre expresado en SO4 y referido al árido seco, no excederá del uno con veinte (1,20%) por ciento del peso total.
- Los finos que pasen por el tamiz, 0,08 UNE, serán inferiores en peso al cinco (5 %) por cien del total.

3.8. ZAHORRA ARTIFICIAL

La composición granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de los límites del huso ZA (25) para, según la clasificación establecida en el PG-3.

Cumplirá asimismo las prescripciones señaladas en el Artículo 501, "Zahorra artificial".

3.9. MADERA

Las maderas a emplear en entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados, demás elementos auxiliares y carpintería de armar, cumplirá las prescripciones del Artículo 286 "Madera" del mencionado PG-3.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3.10. HORMIGONES Y MORTEROS

El tipo de hormigón a emplear en cada una de las unidades de obra proyectadas será el indicado en los planos y presupuesto en cada caso.

El tipo de mortero a emplear en fábricas de ladrillo, mampostería y bloques de hormigón, asiento de piezas prefabricadas, enfoscados y enlucidos se ajustará a lo indicado en el apartado 3, del Artículo 611 del PG-3.

3.10.1. AGUA

El agua para la confección de los morteros y hormigones deberá ser limpia y dulce, cumpliendo las condiciones recogidas en la Instrucción E.H.E.

La que se utilice para el lavado de áridos será sometida a la aceptación del Facultativo Director de la obra. Por cada procedencia de agua no garantizada por la práctica, se realizará un análisis químico.

3.11.2. CEMENTO

El cemento satisfará las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas para la recepción de cementos y en el artículo 26 de la Instrucción de Hormigón Estructural. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el Artículo 30º de la citada Instrucción.

3.11.3. ÁRIDOS PARA HORMIGONES

Los áridos para la fabricación de hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en la Instrucción de Hormigón Estructural, E.H.E.

Los áridos una vez limpios y clasificados, se almacenarán de forma que no se mezclen con materiales extraños. El Facultativo Director de la obra podrá precisar la capacidad de almacenamiento de las diferentes categorías de áridos teniendo en cuenta el ritmo de hormigonado. Se tomarán todas las precauciones necesarias para que los finos que se puedan acumular sobre el área del almacenamiento o silos, no puedan entrar a formar parte de los hormigones.

Los áridos más finos serán almacenados al abrigo de la lluvia, y el Facultativo Director de la obra fijará el límite por debajo del cual se tomarán dichas precauciones.

Los compuestos de azufre de los áridos referidos a su peso total en seco y expresados en porcentaje de SO4 serán inferiores al uno con dos por ciento (1,2 %).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3.11.4. PRODUCTOS DE ADICIÓN

Podrán utilizarse, con autorización previa del Facultativo Director de la obra, plastificantes y aceleradores del fraguado, si la correcta ejecución de las obras lo aconseja. Para ello se exigirá al Contratista que realice una serie completa de ensayos sobre probetas con el aditivo que se pretenda utilizar, comprobándose en qué medida las sustancias agregadas en las proporciones previstas producen los efectos deseados. En particular los aditivos satisfarán las siguientes exigencias:

Que la resistencia y la densidad seca sean iguales o juniores que las obtenidas en hormigones fabricados sin aditivos.

Que no disminuya la resistencia a las heladas.

Que el producto de adición no represente un peligro para las armaduras, en su caso.

3.11. ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

Las armaduras a emplear en hormigón armado estarán constituidas por acero B-400-S o B-500-S, según se define en los planos y en el Artº. 31, 3 de la Instrucción E.H.E. y se realizarán con sujeción a lo prescrito en los artículos 241 y 600 del PG3.

Las características mecánicas mínimas garantizadas del acero serán las siguientes:

	B-500-S	B-400-S
Límite elástico (kg/cm2)	5100	4100
Carga de rotura (kg/cm2)	5600	4500
Alargamiento de rotura	12%	14%
Relación de carga de rotura a límite elástico	1,05	1,05

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4. CONDICIONES DE LA EJECCUCIÓN

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

4.1.1. CONDICIONES DE EJECUCIÓN

Las obras se ejecutarán de acuerdo con las dimensiones e instrucciones de los Planos, las prescripciones contenidas en el Pliego y las órdenes del Director de Obra, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación y/o falta de definición.

El Director de la obra suministrará al Contratista, a petición de éste, cuantos datos posea de los que se incluyen habitualmente en la Memoria, que puedan ser de utilidad en la ejecución de las obras y no hayan sido recogidos en los documentos contractuales. Dichos datos no podrán ser considerados nada más que como complemento de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios, por lo que éste deberá comprobarlos y la Propiedad no se hará responsable, en ningún caso, de los posibles errores que pudieran contener ni de las consecuencias que de ellos pudieran derivarse.

4.1.2. ORDEN DE EJECUCIÓN

El orden de ejecución de los trabajos será propuesto por el Contratista dentro de su programa de trabajo, redactado de acuerdo con el Artículo 128 del Reglamento General de Contratación, y compatible con los plazos programados y el Plan de Seguridad y Salud. Aunque la Entidad Contratante haya aprobado el programa de trabajo, deberá el Contratista poner en conocimiento del Director de Obra su intención de iniciar cualquier obra parcial y recabar su autorización para ello, al menos con diez (10) días de anticipación.

4.1.3. MATERIALES Y EQUIPOS A EMPLEAR

Los materiales a utilizar en las obras cumplirán las prescripciones que para ellos se especifican en este Pliego. El empleo de aditivos o productos auxiliares (activantes y adiciones de caucho para ligantes, desencofrantes, etc.) no previstos explícitamente en el Proyecto, deberá ser autorizado expresamente por el Director de la obra, quien fijará en cada caso las especificaciones a tener en cuenta.

Las dosificaciones que se reseñan en los distintos documentos del Proyecto tienen carácter meramente orientativo.

Todas las dosificaciones y sistemas de trabajo a emplear en la obra deberán ser aprobados antes de su utilización por el Director de la obra, quien podrá modificarlas a la vista de los ensayos y pruebas que se realicen y de la experiencia obtenida durante la ejecución de los trabajos, sin que dichas modificaciones afecten a los precios de las

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

unidades de obra correspondientes cuando su objeto sea, únicamente, obtener las condiciones de trabajo previstas en el Proyecto para las mismas.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los equipos necesarios para ejecutar las obras en los Artículos del Pliego, todos los que se empleen deberán cumplir las condiciones generales siguientes:

a) Estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y aprobados a su juicio, en su caso, por el Director de Obra.

b) Una vez aprobado el equipo por el Director de Obra, deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias a su juicio, haciendo las sustituciones y/o reparaciones necesarias para ello.

c) Si durante la ejecución de las obras el Director de las mismas observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, el equipo o equipos aprobados no son idóneos al fin propuestos, deberán ser sustituidos por otros que sí lo sean.

4.1.4. MÉTODO DE TRABAJO

La aprobación por parte del Director de Obra de cualquier método de trabajo, o maquinaria para la ejecución de las obras, no responsabilizará a éste de los resultados que se obtuviesen, ni exime al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales o total señalados, si con tales métodos o maquinaria no se consiguiese el ritmo o fin perseguido.

4.2. COMPROBACIÓN DE REPLANTEO

4.2.1. DISPONIBLES GENERALES

En el Acta que se ha de levantar del mismo, el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado, a plena satisfacción suya, la completa correspondencia, en planta y cota relativas, entre la situación de las señales fijas, tanto de planimetría como de altimetría, que se han construido en el terreno y las homólogas indicadas en los planos en general y que dichas señales son suficientes para poder determinar perfectamente, en planta y alzado, cualquier parte de la obra proyectada de acuerdo con los planos que figuran en el Proyecto. En el caso que las señales construidas en el terreno, no fuesen suficientes para poder determinar perfectamente alguna parte de la obra, o hubieran desaparecido desde la redacción del Proyecto, se construirán las que se precisen con cargo al correspondiente presupuesto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.2.2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a completar por sí mismo el replanteo de las obras según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los Planos o los que le proporcione el Director de Obra en caso de modificaciones aprobadas. Para ello fijará al terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado al replanteo de la obra a ejecutar.

4.2.3. COMPROBACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Director de Obra podrá ejecutar por sí u ordenar cuantas comprobaciones estime oportunas. También podrá, si así lo considera conveniente, replantear directamente las partes de la obra que desee, así como introducir las modificaciones precisas en los datos de replanteo del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario, también se levantará Acta de estos replanteos parciales, debiendo quedar indicados en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción y posterior medición de la obra ejecutada.

4.2.4. GASTOS DE REPLANTEO

Todos los gastos de replanteo general y su comprobación, así como los que se ocasionen en la verificación de los replanteos parciales serán de cuenta del Contratista.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y las que le indique el Director de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que sin dicha conformidad se inutilice alguna señal, el Director de Obra las sustituirá por otras, siendo por cuenta del Contratista los gastos de las partes de obra que queden indeterminadas a causa de la inutilización de una o varias señales fijas hasta que dichas señales sean sustituidas por otras.

4.2.5. REPLANTEOS PARCIALES

El Contratista llevará a cabo durante la ejecución de las obras cuantos replanteos parciales sean necesarios, ateniéndose al replanteo general previamente efectuado, siendo de su cuenta todos los gastos que ocasionen tanto su realización como las comprobaciones que el Director de la obra juzgue conveniente practicar. Cuando al efectuar una comprobación, sea cualquiera la fecha y época en que se realice, se encontraran errores de traza, de nivelación o de otra clase, el Director de la obra podrá ordenar la demolición de la obra erróneamente ejecutada; restituir a su estado anterior todo aquello que indebidamente haya sido excavado o demolido y la ejecución de las obras accesorias o de seguridad para la obra definitiva que pudieran ser precisas como consecuencia de las falsas operaciones hechas. Todos los gastos de demoliciones, restitución a su primitivo estado de lo mal ejecutado y obras accesorias o de seguridad

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

son, en este caso, de cuenta del Contratista, sin derecho a ningún abono por parte de la Administración y sin que nunca pueda servir de excusa que el Director de la obra haya visto o visitado con anterioridad y sin hacer observación alguna las obras que ordene demoler o rectificar, o, incluso, el que hubieran sido abonadas en relaciones o certificaciones anteriores.

Con carácter general siempre que lo ordene el Director de Obra, deberá replantearse el terreno natural sobre el que se hayan de realizar excavaciones o rellenos. En ausencia de tal replanteo confrontado será la base topográfica que figura en los planos de proyecto la única fuente de información contractual.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.3. PROGRAMA DE TRABAJO

En el programa de trabajo a presentar en su caso por el Contratista, se deberán incluir los siguientes datos: a Ordenación en partes o clases de obra de las unidades que integran el proyecto con expresión del volumen de éstas.

a) Determinación de los medios necesarios tales como personal, instalaciones, equipo y materiales con expresión de sus rendimientos medios.

b) Estimación en días calendario de los plazos de ejecución de las diversas obras u operaciones preparatorias, equipo e instalaciones y de los de ejecución de las diversas partes o clases de obra.

c) Gráfico de las diversas actividades o trabajos.

d) El programa de trabajo será sometido a la aprobación del Director de Obra que propondrá al Contratista las modificaciones que estime oportunas para la mejor realización de los trabajos. El programa finalmente aprobado será obligatorio para el Contratista, necesitando la aprobación del Director de Obra para introducir cualquier variación en el mismo.

4.4. DESVÍO DE SERVICIOS EXISTENTES

Antes de comenzar las obras, el Contratista, basándose en los planos y datos de que disponga por reconocimientos efectuados, y en la información que necesariamente deberá recabar de los diferentes organismos, deberá estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones existentes (eléctricos, telefónicos, telegráficos, gaseoductos, etc.), considerando la mejor forma de ejecutar los trabajos para no dañarlos y señalando los que, en último extremo, considere necesario modificar. Si el Director de la obra se muestra conforme, solicitará de las Empresas u Organismos correspondientes la modificación de estas instalaciones, abonándose contra factura los trabajos que sea necesario realizar, en el caso de que no estén recogidos en alguna parte del Proyecto.

4.5. OCUPACIÓN DE SUPERFICIE

Si para la ejecución de las obras, y muy especialmente en las zonas de trabajo a cielo abierto y caminos de accesos, fuese preciso la ocupación temporal de superficies, el Contratista de acuerdo con su programa de trabajo y medios propondrá al Director las superficies que precise ocupar.

El Ingeniero Director estudiará su posibilidad en función de los intereses generales afectados y/o autorizará su ocupación o, si no fuera posible, modificará la propuesta, la que deberá ser aceptada por el Contratista, sin que ello pueda significar derecho a una variación en el precio o en el plazo.

Las superficies ocupadas serán libres de cargo para el Contratista, si están dentro de la zona expropiada, y su ocupación tendrá carácter de precario y provisional y finalizará automáticamente al concluir los trabajos que la motivaron.

En el caso de tener que modificar la superficie ocupada o tener que cambiar el emplazamiento, todos los gastos que se produzcan serán por cuenta del Contratista.

Durante la ocupación de superficies, éstas se mantendrán por el Contratista y a su cargo, perfectamente señalizadas y valladas, manteniendo los accesos provisionales.

Al concluir la ocupación deberá dejarse en perfecto estado de limpieza, libre de obstáculos y reparado los desperfectos que se hubieran podido producir.

Todos los gastos que se produzcan por estos motivos, será a cargo del Contratista.

4.6. DESPEJE Y DESBROCE

Incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirada de los materiales objeto de desbroce.
- Excavación de la capa de tierra vegetal.

Los escombros y subproductos forestales que no sean susceptibles de aprovechamiento serán eliminados. Los restantes materiales serán eliminados o utilizados, según las instrucciones que en su momento dicte la Dirección de la Obra, de común acuerdo con la entidad Contratante.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.7. EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS

Se cumplirán las prescripciones del Artículo 320 "Excavación de la explanación y préstamos", apartados 1, 2, 3, del PG-3.

Las excavaciones están referidas a cualquier clase de terreno, incluso roca, en cualquier profundidad. Igualmente se refiere a la excavación de terreno existente con objeto de sanearlo en la profundidad que se indique por la Dirección de la Obra. Comprende esta unidad, asimismo, la nivelación, reperfilado, escarificado y compactación de la superficie resultante, así como el escarificado del terreno en una profundidad de quince (15) centímetros en los casos que juzgue necesarios la Dirección de la Obra.

La tierra vegetal se mantendrá separada del resto de los materiales excavados para posterior utilización o retirada a vertedero.

En el precio de esta unidad de obra, se consideran incluidas las demoliciones de aquellas obras de fábrica que tengan alguna dimensión inferior a treinta (30) centímetros, y la de aquellas cuya consistencia no sea lo suficientemente alta a juicio de la Dirección de la Obra.

4.8. EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas, pozos, emplazamiento de cimientos, estructuras y obras de fábrica, siempre y cuando no se refiera a grandes superficies.

Las excavaciones están referidas a cualquier clase de terreno, incluso roca, a cualquier profundidad, comprendiendo los medios necesarios para llevarlas a cabo, tales como entibaciones y acodalamientos o bien los agotamientos, si se precisasen. Esta unidad, incluye además de las operaciones señaladas, el despeje y desbroce, el refino, nivelación y compactación de las superficies resultantes hasta el porcentaje señalado en los planos y cuadros de precios, y l transporte a depósito o al lugar de empleo o al indicado por el Director Facultativo de cuantos productos u objetos extraídos tengan futuros aprovechamientos.

En el precio de esta unidad de obra, se consideran incluidas las demoliciones de aquellas obras de fábrica que tengan alguna dimensión inferior a treinta (30) centímetros, y la de aquellas cuya consistencia no sea lo suficientemente alta a juicio de la Dirección de la Obra.

No deberán transcurrir más de siete (7) días entre la excavación de la zanja y la colocación de las tuberías.

A la vista de las características del fondo de la excavación, el Director Facultativo podrá limitar el tiempo que deba transcurrir entre la excavación de los últimos 30 m. y la colocación de la tubería u obra de fábrica correspondiente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Los excesos de excavación se consideran como no justificados y, por tanto, no computables ni tampoco su posterior relleno, a efectos de medición y abono. La realización de los taludes señaladas en los planos, no exime al Contratista de efectuar cuantas entibaciones sean precisas.

Deberán respetarse todos los servicios existentes, adoptando las medidas y medios complementarios necesarios.

Igualmente, se mantendrán las entradas y accesos a fincas o locales. El acopio de las tierras excavadas, se realizarán a suficiente distancia de la excavación para evitar los desprendimientos y accidentes.

El material excavado que no haya de emplearse en rellenos será retirado a vertedero.

4.9. EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS

Se cumplirán las prescripciones del artículo 330, “Terraplenes”, apartados 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del PG-3/75, 88, 89, así como las indicadas en los correspondientes artículos del presente pliego.

La ejecución de terraplenes se suspenderá cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea igual o inferior a dos grados centígrados (2ºC).

La superficie acabada no podrá tener irregularidades superiores a quince (15) milímetros.

4.10. RELLENOS DE ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTO DE CIMIENTOS Y OBRAS DE FÁBRICA

Cumplirá las prescripciones del artículo 332, Apartados 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del PG-3.

El relleno de las zanjas para tuberías en la zona de contacto directo con los laterales y la parte superior de la tubería hasta 10 cm por encima de la generatriz superior, se efectuará con arena. Los 20 cm de material a colocar sobre la arena será tierra seleccionada, que deberá reunir las condiciones indispensables para el buen trabazón y apisonado. No podrá contener fangos y deberán separarse de él las piedras y material grueso superior a cinco (5) centímetros, así como las raíces o residuos orgánicos y en general todo aquel material que a juicio del Ingeniero Director no reúna las características adecuadas.

El resto del relleno, se compactará mecánicamente por tongadas no superiores a veinticinco (25) centímetros. En los tramos de zanja que atraviesen terreno de labor, se colocará la tierra vegetal que se hubiere extraído previamente de la misma, para lo cual deberá ser acopiada y cuidadosamente separada del resto del terreno durante los trabajos de apertura y relleno de la zanja.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Se repondrá el perfil de terreno tal como estuviera antes de iniciar las obras, manteniendo los desniveles entre fincas, en su caso con muro de contención, acequias, etc.

Las densidades de compactación exigidas serán del noventa y cinco por cien (95%) del Proctor Normal salvo que, en las capas contiguas, la compactación sea junior, en cuyo caso se alcanzará la que éstas posean.

En el caso de que la zanja atraviese caminos, calles o carreteras, la densidad de compactación en los cincuenta centímetros (50 cm) superiores será del 98% P.M., y estará constituido por suelo seleccionado según la definición del PG-3.

4.11. ZAHORRA ARTIFICIAL

Se ejecutará con arreglo a las prescripciones de los apartados 3, 4 y 5 del artículo 501 “Bases granulares”, del PG-3.

La compactación exigida será del 100 % de la obtenida en el ensayo Proctor Modificado y se realizará por tongadas convenientemente humedecidas de un espesor tal que con los medios disponibles se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

Su ejecución deberá evitar la segregación del material, creará las pendientes necesarias para el drenaje superficial y contará con una humectación uniforme. Se suspenderá la ejecución con temperatura ambiente a la sombra, igual o inferior a dos (2ºC) grados centígrados. La superficie acabada, no podrá tener irregularidades superiores a diez (10) milímetros y no podrá rebasar a la superficie teórica en ningún punto.

4.12. HORMIGONES

Condiciones Generales

En todo lo referente a hormigones, será de aplicación el artículo 610, "Hormigones", Apartado 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 del PG-3, y la "Instrucción de Hormigón estructural o armado" EHE.

En caso de contradicción prevalecerá lo prescrito en el presente Pliego sobre los otros dos.

Tipos de Hormigón

Para su empleo en las distintas partes de la obra y de acuerdo con su resistencia característica, determinada según las Normas UNE 7.240 y UNE 7-242, se establecen los siguientes tipos de hormigón:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

TIPO	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE MINOR.	ÁRIDO M/M	CEMENTO	CONSISTENCIA	7.2.1.1.1 UTILIZACIÓN
HM-15	Normal	-	20 o 40	I/32,5	Seca o plástica	Presoleras, zanjas, cimiento de bordillos
HM-20	Normal	1,5	20	I/42,5	Plástica	Pequeñas obras de fábrica, hormigón en masa
HM-25	Normal	1,5	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado
HM-30	Normal	1,5	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado
HM-35	Normal	1,5	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado

Tipos de cemento

En la fabricación de hormigones se utilizarán los tipos de cementos indicados en el punto anterior.

A la vista de las características del terreno, el Director Facultativo podrá modificar el tipo de cemento a emplear.

Las unidades y zonas de empleo de los diferentes hormigones, sus resistencias características y niveles de control de ejecución, se detallan en los correspondientes planos.

Dosificación

Las dosificaciones se ajustan a las cantidades de cemento que especifica la EHE.

Ejecución

No se podrá verter libremente el hormigón desde una altura superior a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m.), ni distribuirlo con pala a gran distancia, ni rastrillarlo. Queda prohibido el empleo de canaletas o trompas para el transporte y puesta en obra del hormigón, sin autorización del Director de la Obra, quien podrá prohibir que se realicen trabajos de hormigonado sin su presencia, o la de un facultativo o vigilante a sus órdenes.

No se podrá hormigonar cuando la presencia de agua pueda perjudicar la resistencia y demás características del hormigón, a menos que lo autorice el Ingeniero Director de la obra, previa la adopción de las precauciones y medidas adecuadas.

Nunca se colocará hormigón sobre un suelo que se encuentre helado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Los paramentos deben quedar lisos, con formas perfectas y buen aspecto, sin defectos o rugosidades, y sin que sea necesario aplicar en los mismos enlucidos, que no podrán, en ningún caso, ser ejecutados sin previa autorización del Ingeniero Director de la obra. Las irregularidades máximas admisibles serán las que autorice el Ingeniero Director de la obra.

Las operaciones precisas para dejar las superficies vistas en buenas condiciones de aspecto, serán de cuenta del Contratista.

La base de apoyo de la pieza prefabricada deberá quedar perfectamente nivelada para garantizar una adecuada colocación de dichas piezas.

En obras de hormigón armado se cuidará especialmente de que las armaduras queden perfectamente envueltas y se mantengan los recubrimientos previstos, removiendo, a tal fin, enérgicamente el hormigón después de su vertido, especialmente en las zonas en que se reúna gran cantidad de acero.

Limitaciones de la ejecución

El hormigonado se suspenderá, como norma general, siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, la temperatura ambiente pueda descender por debajo de los cero grados centígrados. A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas de la mañana, hora solar, sea inferior a cuatro grados centígrados puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

En los casos en que por absoluta necesidad y previa autorización del Ingeniero Director de las obras se hormigonara a temperaturas inferiores a las anteriormente señaladas, se adoptarán las medidas necesarias para que el fraguado de las masas se realice sin dificultad.

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se cuidará especialmente que no se produzca la desecación de los amasijos durante el transporte. A tal fin, si éste dura más de treinta minutos se adoptarán las medidas oportunas, tales como cubrir los camiones o amasar con agua enfriada, para conseguir una puesta en obra correcta sin necesidad de alterar la relación agua/cemento.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de agua en las masas de hormigón. Eventualmente la continuación de los trabajos en la forma que se proponga deberá ser aprobada por el Ingeniero Director de las obras.

Juntas y Terminación

Las juntas de hormigonado, deberán ajustarse siempre que sea posible a las de retracción, y en caso contrario, deberán adoptarse las medidas necesarias para asegurar la perfecta unión de las masas en contacto y obtener una correcta superficie vista.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La parada en el proceso de hormigonado superior a treinta minutos (30 min.), requerirá realizar una junta de hormigonado correctamente dispuesta en el punto en que se encuentra la unidad, si técnicamente es admisible. Si no fuera admisible dicha junta, deberá demolerse lo ejecutado hasta el punto donde se pueda realizar.

La tolerancia de las superficies vistas de hormigón, será inferior a seis (6) milímetros, debiendo corregirse los defectos por cuenta del Contratista, de acuerdo con las indicaciones del Facultativo Director.

4.13. MORTEROS DE CEMENTO

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. En la fabricación de morteros se tendrá en cuenta el Pliego PG-3, artículo 611.

Las dosificaciones dadas para los morteros en los diferentes documentos del Proyecto son simplemente orientativas y, en cada caso, la Dirección de la Obra podrá modificarlas de acuerdo con las necesidades de la misma.

4.14. APEOS, CIMBRAS Y ENFORCADOS

Se cumplirán las prescripciones del apartado 2 del artículo 681 "Apeos y cimbras" artículo 680, "Encofrado y moldes" apartado 2 del PG-3 y los artículos 65 y 75 EHE, incluso en lo que se refiere a desencofrado y descimbramiento, fijándose como límites de movimiento los que en dichas Instrucciones se indican.

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ella puedan aplicarse para facilitar el trabajo, no contendrán sustancias agresivas para el hormigón.

Los enlaces entre los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad, sin requerir golpes ni tirones. Los moldes ya usados que hayan de servir para unidades repetidas, serán cuidadosamente rectificados y limpios antes de cada empleo.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón moldeadas en aquellos no presenten defectos, bombeos, resaltos y rebabas.

Los plazos de desencofrado y retirada de cimbras y apeos, nunca serán inferiores a los prescritos por el Director de la Obra.

4.15. ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

Las armaduras para el hormigón armado deberán limpiarse cuidadosamente sin que queden señales de calamina, de óxido no adherente, de pintura, de grasa, de cemento o de tierra, cumpliendo todas las prescripciones impuestas en los artículos correspondientes de la EHE.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Una vez limpiadas, las barras se enderezarán o doblarán sobre plantilla en frío, hasta darles la forma debida.

Las uniones y solapes de las armaduras se atenderán a lo especificado en la EHE.

Las armaduras tendrán exactamente las dimensiones y formas proyectadas, y ocuparán los lugares previstos en los planos de ejecución. Las desviaciones toleradas en la posición de cada armadura no deberán sobrepasar de un centímetro (1 cm.). Para obtener este resultado, se colocarán dentro de los encofrados sujetándose provisionalmente por medio de alambres o separadores.

Sobre las barras principales se ajustarán, atadas con alambres, las armaduras secundarias previamente dobladas y limpias.

4.16. OTRAS OBRAS Y TRABAJOS

En la ejecución de las obras, fábricas, construcciones y equipos para las cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atendrá en primer término a lo que resulte de los planos, cuadros de precios y presupuesto; en segundo término, a las reglas que dicte el Ingeniero Director; y el tercer término a las buenas prácticas seguidas en fábricas y trabajos análogos por los mejores constructores.

4.17. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA

El adjudicatario queda comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidas provisionalmente todas las obras que integran el Proyecto.

Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el cual deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras ejecutadas en perfecto estado.

Este plazo de garantía, será de un año a partir de la fecha de recepción de las obras, siempre y cuando no se especifique un plazo diferente en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

La conservación no será objeto de abono independiente, y se considerará que los gastos ocasionados por estas operaciones quedan incluidos en los precios unitarios correspondientes a las distintas unidades de obra.

4.18. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista limpiar la obra y sus inmediaciones de escombros y materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas y adoptar los medios y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio del Director de la misma.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.19. OBRAS QUE DEBAN QUEDAR OCULTAS

Sin autorización del Director de la Obra, o subalterno en quien delegue, no podrá el Contratista proceder al relleno de las zanjas abiertas para cimentaciones o alojamiento de tuberías, ni en general, a ocultar cualquier unidad de obra, debiéndose comprobar que las alineaciones y rasantes ejecutadas en cada caso por el Contratista se hallan de acuerdo con las establecidas en Planos.

Cuando el Contratista hubiese procedido al relleno u ocultación sin la debida autorización, el Director de la Obra podrá ordenarle descubrir lo ejecutado sin derecho a indemnización y, en todo caso, el Contratista será responsable de las equivocaciones que pudiese haber cometido o se derivasen de su actuación.

4.20. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras deberán quedar terminadas en el plazo de nueve (9) meses, a partir de la orden de iniciación, siempre y cuando no se especifique un plazo diferente en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1. MODIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Propiedad podrá introducir en el Proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se haya previsto en el Proyecto y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación. También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o distribución y aún supresión de las cantidades de obra marcadas en el presupuesto.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista siempre que, a los precios del contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el presupuesto de adjudicación en más de un veinte (20) por ciento, tanto por exceso como por defecto.

En este caso, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ningún género por supuestos perjuicios que pueda ocasionar la modificación en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución.

5.2. FIANZA

Se constituirá de acuerdo con las normas que se fijen en bases del contrato o subasta.

5.3. DAÑOS POR FUERZA JUNIOR

Se interpretarán los casos de fuerza junior con arreglo a los preceptos vigentes para la contratación de obras públicas.

Estos casos de fuerza junior podrán dar lugar a una ampliación del plazo de ejecución que se fijará por el Director de la Obra, después de oír al Contratista y siempre y cuando no hubieran podido ser evitados por haber tomado las oportunas medidas o no haber existido retrasos previos.

5.4. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de un (1) año a partir de la fecha de recepción de las obras, siendo de cuenta del Contratista la conservación y reparación de las obras, así como de todos los desperfectos que pudiesen ocurrir desde la terminación de éstas hasta que finalice el plazo de garantía.

5.5. PRECIOS UNITARIOS

Precios del proyecto

Todos los precios unitarios a que se refieren las normas de medición y abono contenidas en el presente Pliego de Condiciones, se entenderán que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

unidades de obra correspondientes, a menos que específicamente se excluya en el artículo correspondiente.

Asimismo, se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de la maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transportes, herramientas, limpieza de las obras y todas cuantas operaciones directas o incidentales sean necesarias.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamación fundándose en insuficiencias de precios o en la falta de expresión explícita, en los precios o en el Pliego, de algún material u operación necesarios para la ejecución de una unidad de obra.

En caso de duda en la aplicación de los precios, se seguirá el mismo criterio aplicado en la medición y valoración del presente Proyecto.

En el abono de las unidades debe considerarse que el uno por ciento (1%) (al menos) está destinado a los ensayos y control de Calidad que fije la Dirección de las Obras, siendo este gasto a cuenta del Contratista.

Igualmente se entenderán incluidos, los gastos ocasionados por la señalización de las obras y la conservación durante el plazo de garantía.

Precios contradictorios

En el caso de que haya de ejecutar obras no previstas en el Proyecto, se establecerán de acuerdo con la Propiedad los precios contradictorios que han de regir para dichas unidades de obra, levantándose relaciones en las que figuren los precios unitarios descompuestos en sus elementos en la misma forma en que hizo para los precios que sirvieron de base al Proyecto e indicando en dichas relaciones las partes de obra en que son de aplicación dichos precios.

En los precios contradictorios que se establezcan antes de realizarse las obras, el porcentaje de gastos generales será igual que para los precios unitarios del Proyecto y con la misma descomposición.

5.6. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL

Serán de cuenta del Contratista los gastos de cualquier clase ocasionados con motivo de la práctica de replanteo general o su comprobación y de los replanteos parciales, que exija el curso de las obras, así como las de recepción, liquidación y cualesquiera que se deriven de la marcha de las obras. Asimismo, serán de cuenta del Contratista los ensayos de materiales y ensayos en obra de los elementos e instalaciones; los de construcción, desmonte y retirada de las construcciones auxiliares, los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, los de limpieza de los espacios interiores y exteriores y evacuación de desperdicios y basura y los de limpieza general de la obra.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de jornales y materiales necesarios para las mediciones periódicas, para la redacción de certificaciones y los ocasionados por la

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

medición final y los de las pruebas, ensayos de reconocimiento y tomas de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales o definitivas de las obras.

En los casos de rescisión del contrato, cualquiera que sea la causa que los motive, serán de cuenta del Contratista los gastos de jornales y materiales ocasionados por la liquidación de las obras y los de las actas notariales que sea necesario levantar.

5.7. INDEMNIZACIONES DEL CONTRATISTA

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que causen con la perturbación del tráfico en las vías públicas, la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte de aquellos o para apertura y desviación de cauces y, finalmente los que exijan las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras.

5.8. DESPEJE, DESBROCE Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL

No se abonará independientemente por estar incluido en el precio de la unidad de obra correspondiente a la excavación o relleno.

5.9. EXCAVACIÓN EN LA EXPLANACIÓN

La excavación será no clasificada, es decir, en cualquier clase de terreno, incluso roca, y profundidad.

a) El volumen se medirá en metros cúbicos, por el método del área media de las secciones extremas y en base a los puntos topográficos de control, establecidos sobre redes horizontales y verticales.

b) El abono se hará a los precios unitarios correspondientes, estipulados en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico, y calculando el volumen, por el método indicado en el apartado a). Incluye la excavación propiamente dicha y los posibles agotamientos, entibaciones, despeje, desbroce, escarificado y compactación del fondo, refinos y separación o acopio de los productos útiles para rellenos y terraplenes y tierra vegetal, la carga, el transporte a vertedero, acopio o lugar de empleo y canon de vertido, reposición de servicios existentes y todos los materiales, mano de obra y maquinaria necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones tipo, que no sean expresamente autorizados por el Director de Obra.

El precio unitario no se modificará, aunque los porcentajes de los diferentes materiales incluidos en su descomposición tuvieran alguna variación respecto de los porcentajes orientativos tomados en su justificación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5.10. EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS

La excavación será no clasificada, es decir, en cualquier clase de terreno, incluso roca, y profundidad.

La excavación en zanjas, pozos, emplazamientos y cimientos se medirá en metros cúbicos obtenidos aplicando a las profundidades realmente ejecutadas las dimensiones fijadas en las secciones tipo de zanja para cada conducto.

El abono se hará al precio unitario estipulado para cada tipo en el cuadro de precios del contrato por metro cúbico, calculando el volumen como se indica en el apartado a). Incluye la excavación propiamente dicha, los posibles agotamientos, entibaciones, transportes a vertedero y separación y acopio de los productos útiles para rellenos y terraplenes y tierra vegetal, refino de taludes, refino y nivelación de soleras, reposición de servicios afectados, canon de vertido y todos los materiales, mano de obra y maquinaria necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Incluye asimismo las demoliciones indicadas en el apartado correspondiente de este capítulo del Pliego.

También se considera incluida la realización, por medios manuales o mecánicos, de las catas necesarias para su localización de los servicios existentes a fin de evitar su afección, y el posterior relleno compactado de la cata.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones tipo, que no sean expresamente autorizadas por el Director de Obra.

El precio unitario no se modificará, aunque los porcentajes de los diferentes materiales incluidos en su descomposición tuvieran alguna variación respecto de los porcentajes orientativos tomados en su justificación.

5.11. ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍAS

a) Se medirá en metros cúbicos realmente ejecutados según las dimensiones fijadas en las secciones tipo.

b) El abono se realizará al precio estipulado para cada tipo en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico, calculado el volumen por el método indicado en el apartado El precio incluye el canon de extracción, el transporte, la carga y descarga, extensión, compactación y nivelación para posterior colocación de tuberías.

5.12. TERRAPLÉN

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

a) El volumen se medirá en metros cúbicos, por el método del área media de las secciones extremas y en base a los puntos topográficos de control, establecidos sobre redes horizontales y verticales.
b) El abono se hará al precio unitario correspondiente, estipulado en el cuadro de precios del contrato para cada tipo, por metro cúbico y calculando el volumen por el método indicado en el apartado a). El precio incluye el suministro y empleo de los materiales, despeje, desbroce, escarificado y acondicionamiento de la superficie de apoyo, extensión, humectación y compactación, refino de coronación y taludes, acabado final y todos los materiales, mano de obra y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de la unidad de obra. Cuando el terraplén se realice con productos de préstamos, dicho precio incluirá el canon de extracción, el transporte, la carga y descarga.

Incluye el suelo seleccionado que se extiende tanto en secciones de desmonte como en secciones de terraplén.

El precio unitario no se modificará, aunque los porcentajes de la procedencia del material incluidos en su descomposición tuvieran alguna variación respecto de los porcentajes orientativos tomados en su justificación.

5.13. RELLENO DE ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS DE CIMIENTOS, TRASLADOS DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA

a) La medición se hará en metros cúbicos por diferencia entre el volumen de excavación realizado y medido según se indica en el artículo referente a “Excavación en zanjas, pozos, ...” descontando el volumen del asiento y el del conducto.

b) El abono se hará a los precios unitarios correspondientes estipulados en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico y calculando el volumen como se indica en el apartado a). El precio incluye la selección y suministro del material, la extensión y compactación por tongada previa humectación, refino, acabado final y parte proporcional de la preparación de asiento. Cuando el relleno se realice con productos de préstamos, dichos precios incluyen también el canon de extracción, el transporte, la carga y descarga. Cuando la excavación atraviese terrenos de labor, los precios incluyen la reposición de la tierra vegetal, separada y acopiada al realizar la excavación.

Incluye, asimismo, todas las operaciones necesarias para que el perfil longitudinal del terreno sea el mismo que antes de empezar las obras, tanto en la zona afectada directamente por la excavación como la zona de ocupación temporal, manteniendo los desniveles entre fincas, reponiendo en su caso los pequeños muros de contención, etc.

No se abonarán los excesos por aumento de la excavación respecto a las secciones tipo o por deficiencias por parte del Contratista que no sean expresamente autorizadas por la Dirección Facultativa.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5.14. REFINO DE TALUDES

El refino de taludes, bien sea para obras de explanación o se trate de excavaciones en zanjas para cimentaciones y servicios, no se abonará independientemente por considerarse incluido en el precio de la unidad de obra correspondiente a la excavación, o relleno o caminos.

5.15. ZAHORRA ARTIFICIAL

a) La medición de la zahorra artificial se realizará por metro cúbico utilizado, colocado y compactado.

b) El volumen se medirá en metros cúbicos, por el método del área media de las secciones extremas y a partir de las secciones tipo detalladas en los Planos, o las que indique la Dirección Facultativa.

c) El abono se hará al precio unitario correspondiente, estipulado en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico y calculado el volumen por el método indicado en el apartado b). El precio comprende el suministro de los materiales, la puesta en obra, humectación y compactación y perfilado de la zahorra artificial, e incluye la parte proporcional del rasanteado, limpieza y preparación de la superficie de apoyo.

5.16. HORMIGONES

a) El hormigón se medirá en metros cúbicos de cada tipo de hormigón ejecutado según Planos del Proyecto.

b) El abono se hará al precio unitario estipulado en el cuadro de precios del contrato por el número de metros cúbicos de cada tipo de hormigón ejecutado. En dichos precios unitarios están incluidos la fabricación, transporte, colocación y vibrado, juntas, curado con filmógeno y todas las operaciones necesarias para la total terminación de la obra.

c) Los enfoscados y enlucidos de superficie de hormigón no serán objeto de abono independiente, por considerarse incluido en las unidades de que forman parte. En el precio se incluye el mortero necesario, así como la mano de obra, maquinaria y medios auxiliares precisos para su confección y puesta en obra.

d) No se medirán ni abonarán las adiciones que se suponen incluidas en el precio del contrato.

5.17. ENFORCADOS

El encofrado se medirá en metros cuadrados realmente encofrados, y se abonará a los precios indicados para cada tipo en el Cuadro de Precios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Al realizar la medición, no se contabilizarán los planos horizontales en contacto con el terreno, ni los que tengan una inclinación tan ligera que no exija encofrado. Tampoco se contabilizarán las superficies que deban ser hormigonadas contra obras ya construidas.

Los precios incluyen los apeos y cimbras que puedan resultar necesarios, y todos los materiales auxiliares, y se aplicará a todos los casos, cualquiera que sea la forma de la superficie a encofrar.

Todas las operaciones de desencofrado y descimbrado, deberán realizarse con arreglo a las órdenes del Director de las Obras, y sus costes no serán objeto de abono independiente por considerarse ya incluidos en los correspondientes precios de encofrado.

5.18. ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

Las armaduras se medirán multiplicando para cada diámetro, las longitudes que figuran en los planos de construcción por el peso de kilogramos por metro del catálogo que indique el Ingeniero Director. Al realizar esta medición, se contabilizarán las longitudes correspondientes a anclajes, pero no las de los solapes, ni recortes o ataduras que fueran necesario realizar.

El abono se efectuará aplicando a los kilogramos así obtenidos el precio unitario estipulado en el cuadro de precios del contrato, que incluye la adquisición de acero, su transporte, acopio, corte, doblado y puesta en obra, así como el atado o la soldadura precisos para la formación de los cuchillos de armadura y la parte proporcional de separadores, elementos de anclaje, maquinaria, energía y de cuantos otros materiales y operaciones sean precisos para garantizar, tanto durante el acopio y construcción, como posteriormente durante la vida útil de las obras, su perfecta adaptación al fin para el que han sido proyectadas, sin detrimento de las características de homogeneidad, calidad y capacidad resultante.

5.19. CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS IMPUESTOS EN OBRAS NO PREVISTAS

La fijación del precio deberá hacerse precisamente antes de que se ejecute la obra a que debe aplicarse. Si por cualquier causa la obra hubiera sido ejecutada antes de llenar este requisito, el Contratista quedará obligado a conformarse con el precio que para la misma señale la Propiedad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

B. ELECTRICIDAD

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. OBJETO

El presente Pliego será de aplicación a todas las instalaciones eléctricas que comprenden el proyecto del parque eólico

En él se señalan los criterios generales que serán de aplicación, se describen las instalaciones comprendidas y se fijan las características de los materiales a emplear, las normas que han de seguirse en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para la recepción, las formas de medición y abono de las obras.

1.2. REGLAMENTACIÓN, INSTRUCCIONES, NORMATIVA Y RECOMENDACIONES

Para la realización de las instalaciones eléctricas descritas en este Proyecto se tendrán en cuenta los Reglamento y Normas, en su edición vigente, que se citan a continuación:

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

- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE N.º 224 de 18 de septiembre de 2003.

- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000KVA y centrales de autogeneración eléctrica.

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- EHE. Instrucción de hormigón estructural.

- O.C. 1/88 de 30 de Diciembre sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- R.D. 1.627/97 de 24 de Octubre de Seguridad y Salud.

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

- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10/11/1995.

- Normas y Recomendaciones de la Compañía Eléctrica en general.

Los reglamentos y normas indicados se complementan con los que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas del presente Proyecto, tanto en el apartado de Obra Civil como en el apartado de Instalaciones Eléctricas.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados, se aplicará el criterio correspondiente al que tenga fecha de aprobación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

1.3. NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA

El presente Proyecto, ha sido redactado teniendo en cuenta las normas de la Empresa Suministradora de energía y las consultas puntuales realizadas. No obstante, el Contratista, se obliga a mantener con ella el debido contacto a través del Director de Obra para evitar, siempre que sea posible, criterios dispares y complicaciones posteriores.

1.4. DISPOSICIONES LEGALES

El Contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de cuantas disposiciones legales, de carácter social, y otras que rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.

1.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; se incluye el Estudio de Seguridad y Salud para su ejecución, en base al cual cada contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado el efecto por el promotor y por la Dirección facultativa, según proceda, previo al inicio de las obras.

Asimismo, se dispondrá de cuanto fuera preciso para el mantenimiento de máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

1.6. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES

El Contratista deberá obtener los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las obras y deberá abonar los cargos, tasas e impuesto derivados de la obtención de aquellos.

1.7. DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este Pliego, serán de aplicación en todo lo no especificado en él, las siguientes:

El Contratista está obligado a cumplir la Ley de Contrato de Trabajo vigente y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrono y obreros, las de accidentes de trabajo, incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social y vigente o que en lo sucesivo se dicten.

Así mismo, el Contratista vendrá obligado a cumplir las Cláusulas Administrativas Particulares que se establezcan para la Contratación de estas obras.

En tal sentido, cuidará los árboles, hitos, vallas, pretiles y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, para que sean debidamente protegidos en evitación de posibles destrozos que, de producirse, serán restaurados a su costa. Así mismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

1.8. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista adjudicatario, vendrá obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Será de obligación del Contratista, igualmente, la colocación de dos cartelones indicadores de las obras en la situación que disponga la inspección Facultativa de las mismas y del modelo que se determine.

1.9. LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acorde con el paisaje circundante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abono por su realización.

1.10. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de acopios y de la propia obra, contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes, los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras, los de construcción y conservación durante el plazo de utilización de pequeñas rampas provisionales de acceso, los de conservación de las señales y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de reposición de instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarios para las obras, así como la adquisición de dicha agua y energía; los de demolición de las instalaciones provisionales, los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

Así mismo, el Contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y la liquidación de las obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1. OBRAS COMPRENDIDAS

Comprende el presente Proyecto, la Ejecución de las obras de suministro e instalación de los materiales necesarios para las instalaciones de Baja y Media Tensión, así como la conservación y reparación de las obras hasta su recepción. Todo ello de acuerdo con la descripción que a continuación se expresa y hasta conseguir su total adecuación al contenido de los distintos documentos del Proyecto y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

2.2. OBRAS CIVILES

a) Obras de tierra

Comprenden la excavación y relleno de las zanjas para albergar los cables subterráneos de las Líneas de distribución de Media Tensión, sistema de Tierras y Fibra Óptica.

b) Obras de fábrica

Comprenden las protecciones mecánicas, tubos de P.E. y hormigonado en las zanjas de los cables subterráneos de Media Tensión, Sistema de Tierras y Fibra Óptica.

2.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Baja tensión

Se contemplan las instalaciones de B.T. a realizar en el interior de las torres de los aerogeneradores.

Media tensión

Comprende la instalación de líneas subterráneas, sistema de tierras y centros de transformación en aerogeneradores.

2.4. MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES

Están incluidos en la Contrata, la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución, conservación y reparación de las obras principales y para garantizar la seguridad en las mismas tales como: herramientas, aparatos, maquinaria, vehículos, grúas, andamios, cimbras, entubaciones, desagües y protecciones para evitar la entrada de aguas superficiales en las excavaciones y centros de transformación, desvío o taponamiento de cauces y manantiales, extracciones de agua, agotamiento, barandillas y otros medios de protección para peatones en las excavaciones, avisos y señales de peligro durante el día y la noche, establecimiento de pasos provisionales, apeos de conducciones de agua, electricidad y otros servicios o servidumbres que aparezcan en las excavaciones, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Este Proyecto comprenderá las obras e instalaciones especificadas en el presupuesto correspondiente, con los siguientes trabajos:

2.5.1. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

- Centros de Transformación de 3.150 KVA y celdas prefabricadas compactas de M.T. en aerogeneradores.
- Instalaciones de B.T. que comprende, cuadros y baterías de condensadores, control y líneas de interconexión.
- Línea de interconexión en M.T: de transformador a celda compacta.
- Sistema de puesta a tierra: en aerogeneradores y líneas de enlace con el Centro de Entrega.
- Materiales de Prevención y Seguridad.
- Líneas subterráneas Colectoras en Media Tensión.
- Celdas de MT en Centro de Seccionamiento.

2.6. CONSERVACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El adjudicatario vendrá obligado a realizar las labores de conservación durante un año a partir de la recepción de la instalación eléctrica.

Dichas operaciones comprenden:

- La vigilancia diaria de las instalaciones.
- La reparación o reposición de aquellos elementos que puedan resultar dañados ya sea intencionado, accidental o por su mismo uso.
- La limpieza de la instalación, una vez en el año.

2.7. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas y omitido en Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción prevalecerá lo determinado en el Pliego.

Las omisiones en Planos o Pliegos de Prescripciones Técnicas o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu e intención expuesta en dichos Documentos o que, por uso o costumbre deban ser

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas.

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES

3.1. PLIEGOS GENERALES

En general son válidas todas las prescripciones que referentes a las condiciones que deben satisfacer los materiales aparecen en las Instrucciones, Pliegos de Condiciones o Normas oficiales que reglamentan la recepción, transporte, manipulación o empleo de cada uno de los materiales que se utilizan en las obras de este Proyecto, siempre que no se opongan a las prescripciones particulares del presente Capítulo.

3.2. CONTROL PREVIO DE LOS MATERIALES

Todos los materiales empleados, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de la instalación, el Contratista presentará al Director de la Obra los catálogos, cartas, muestras, etc., que se relacionan en la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por el Director de la Obra.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por el Director de Obra, aunque estos no estén indicados en este Pliego, los cuales se ejecutarán en los Laboratorios que elija el Director de Obra, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata, hasta un importe máximo del uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución por Contrata.

3.3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

3.3.1. CONDUCTORES

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

<u>Conductor aislado 18/30 KV - 1x150 mm2 en aluminio para 0 KV</u>

Tensión (Uo/U)	18/30KV
Normas de Construcción y ensayo	UNE-21123 CEI/IEC-60502 Recomendación UNESA 3305C
Designación UNE	RHZ1 18/30KV
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta exterior	Poliofina (Z1)
Característica ecológica	Cero en halógenos
Tensión nominal	18/30 KV
Tensión de prueba	36.000 V
Sección Unipolar	150 mm2 en Al

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Intensidad admisible permanente:

- al aire a 40ºC 335 A

- enterrado a 25ºC (a 1m) 260 A

Densidad máxima de cortocircuito en A/mm2, temperatura inicial 90ºC, final 250ºC y duración cortocircuito en sg. para Al:

Seg.	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0
A/mm ^{2}	294	208	170	132	93

Pantalla Corona de alambres de cobre de 16mm2

Diámetro exterior 32,5 mm.

Resistencia a 20ºC 0,206 Ω/Km.

Coeficiente de autoinducción 0,38 mH/Km.

NORMAS PARA CABLES DE M.T.

Los cables objeto de esta Especificación deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se indican a continuación. Estas normas se entenderán en su última edición vigente en el momento del pedido.

UNE 21-022 Conductores de cables aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares.

UNE 21-123 Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV.

UNE 21-143 Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.

UNE 21-170 Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos.

UNE 21-175 Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Ensayos de descargas parciales.

UNE 21-191 Cálculo de las capacidades de transporte de los cables para regímenes de cargas cíclicos y sobrecarga de emergencia. Factor de capacidad de transporte cíclico para cables de tensiones inferiores o iguales a 18/30 (36) kV.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

ENSAYOS PARA CABLES DE M.T.

Durante la fabricación del cable se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos del mismo se realizarán de acuerdo con las Normas UNE 21-123, 143, 170 y 175.

Estas Normas dividen los ensayos a realizar en los grupos siguientes:

Los ensayos individuales se realizarán sobre todo el cable terminado y consiste en:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo de descargas parciales.

Los ensayos especiales se realizarán sobre dos muestras de cada tipo de conductor y diferentes bobinas, que consisten en:

- Examen del conductor.
- Verificación de dimensiones.
- Ensayo de tensión durante 4 horas.
- Ensayo de alargamiento en caliente.

Los ensayos tipo no es necesario practicarlos pues se supone que ya han sido realizados por el fabricante antes de su comercialización y se justificarán mediante la entrega de sus protocolos correspondientes.

También se realizarán pruebas del conductor una vez instalado, para lo cual se ejecutarán las que procedan, con la valoración incluida en oferta y aportando los medios necesarios para su realización.

EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las siguientes inscripciones:

- Nombre y marca del fabricante.
- N.º de serie del cable.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Sección del conductor.
- Longitud de la pieza en metros.
- Peso total de la bobina, en kg.
- Indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido.
- N.º de Bobina.

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas se eligen de forma, que se puedan realizar las diferentes tiradas, sin necesidad de realizar empalmes intermedios.

DOCUMENTACIÓN

Documentación a facilitar con la oferta

El oferente deberá incluir en su oferta la siguiente documentación además de, lógicamente, las condiciones generales comerciales y plazos de entrega:

- Lista de excepciones y/o matizaciones a la presente Especificación. Las excepciones no incluidas en la lista de excepciones que se solicita no tendrán validez contractual.
- Un ejemplar de las Hojas de Datos debidamente cumplimentadas.
- Folleto descriptivo de los cables ofertados.
- Folleto descriptivo de los terminales ofertados.

Documentación técnica que debe facilitar el fabricante después de cursado el pedido

El contratista del cable de potencia, terminales y accesorios deberá someter para su aprobación, dentro de las tres (3) primeras semanas a partir de la fecha en que sea cursado el pedido la siguiente información por triplicado:

- Plano certificado de dimensiones generales del cable de potencia, terminales y accesorios incluyendo, pero no limitándose, a lo siguiente:
-
- Diámetro exterior de los cables de potencia.
- Dimensiones de los terminales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Radios mínimos de curvatura de los cables.
- Pesos de los mismos.

– Instrucciones de almacenamiento en obra, montaje y mantenimiento.

– Plan de fabricación y acopios.

– Certificados de ensayos.

– Protocolos de ensayos de recepción en fábrica.

– Protocolos de ensayo de rutina.

– Protocolos completos de ensayo tipo.

Toda la documentación deberá llevar indicación de confirmación de pedido y el número del mismo.

Una vez aprobada la documentación y planos específicos de los equipos, el fabricante deberá enviar a la PROPIEDAD 5 copias en papel y 1 reproducible de cada plano, así como un disquete con ficheros DWG de todos los planos.

Toda la documentación se entregará en castellano.

3.4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LOS MATERIALES Y EQUIPAMIENTOS DE LOS CENTROS DE TRASNSFORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

3.4.1. NORMAS GENERALES DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

La aparamenta a utilizar en el Centro de Transformación cumplirán en todo, las “Normas de Obligado cumplimiento” cuya relación aparece en el ANEXO de la INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA MIE RAT 02 del vigente “Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación”.

Se adjunta una copia con listado de estas NORMAS (UNE) de obligado cumplimiento:

Relación de normas UNE que se declaran de obligado cumplimiento

UNE 20 004 76 (0): Símbolos literales y gráficos y esquemas utilizados en electrotecnia.

Índice alfabético.

UNE 20 004 74 (1): Símbolos literales y gráficos y esquemas utilizados en electrotecnia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Símbolos literales.

UNE 20 004 68 (2): Símbolos literales y gráficos y esquemas utilizados en electrotecnia.

Naturaleza de la corriente, sistemas de distribución, modos de conexión y elementos de circuitos.

UNE 20 004 73 (6): Símbolos literales y gráficos y esquemas utilizados en electrotecnia.

Centrales generadoras, subestaciones, líneas de transporte y distribución.

UNE 20 099 74: Aparamenta de alta tensión bajo envolvente metálica.

UNE 20 100 80: Seccionadores de corriente alterna para alta tensión y seccionadores de puesta a tierra.

UNE 20 101 81 (1) 1R: Transformadores de potencia. Generalidades.

UNE 20 101 81 (2) 1R: Transformadores de potencia. Calentamiento.

UNE 20 101 82 (4) 1R: Transformadores de potencia. Tomas y conexiones.

UNE 20 101 82 (5) 1R: Transformadores de potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos.

UNE 20 104 75: Interruptores de corriente alterna para alta tensión.

UNE 20 104 75 1C: Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para batería única de condensadores.

UNE 20 104 75 2C: Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para líneas en vacío.

UNE 20 104 75 3C: Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para cables en vacío.

UNE 20 104 80 4C: Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Nuevas definiciones, tablas y ensayos.

UNE 20 138 82: Transformadores trifásicos en baño de aceite para distribución en baja tensión.

UNE 20 141 78: Aparamenta de alta tensión bajo envolvente metálica para tensiones nominales de 72,5 V y superiores.

UNE 20 324 78 1R: Clasificación de los grados de protección proporcionados por las envolventes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

UNE 21 062 80 (1) 1R: Coordinación de aislamiento. Términos, definiciones, principios y reglas.

UNE 21 062 80 (2) 1R: Coordinación de aislamiento. Guías de aplicación.

UNE 21 087 70: Pararrayos de resistencia variable.

UNE 21 087 81 (1): Pararrayos de resistencia variable. Guía de aplicación.

UNE 21 088 81 (1): Transformadores de medida y protección. Transformadores de intensidad.

UNE 21 088 81 (2): Transformadores de medida y protección. Transformadores de tensión.

UNE 21 110 74 (1): Aisladores de apoyo para interior y exterior de materia cerámica o vidrio destinados a instalaciones de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones y ensayos.

UNE 21 110 83 (2): Dimensiones de los aisladores de apoyo y elementos de aisladores de apoyo de interior y de exterior, para instalaciones de tensión nominal superior a 1.000 V.

UNE 21 308 76 (1) 1R: Ensayos de alta tensión. Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

UNE 21 308 76 (2) 1R: Ensayos de alta tensión. Modalidades de ensayo.

UNE 21 308 77 (3) 1R: Ensayos de alta tensión. Dispositivos de medida.

UNE 21 308 81 (4): Ensayos de alta tensión. Guía de aplicación para los dispositivos de medida.

3.4.2. TRASNFORMADORES

Datos técnicos

Características de servicio:

Frecuencia	50 Hz
Número de fases	3
Potencia nominal	3.150 kVA
Tensión nominal primaria	400 V

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Tensión nominal secundaria	30.000V+4x2,5%
Tensión de cortocircuito	≈ 6%
Grupo de conexión	Estrella-Triángulo
Servicio	Continuo
Regulación	En vacío
Nivel de ruido	<72dB (A)
Calentamiento	100K
Del punto más caliente (CEI/IEC 905)	125K
Aislamiento	F
Grado de protección "trafo"	IP-00
Grado de protección con envolvente metálica	IP-315
Devanado secundario: Tensión nominal toma principal	30.000 V (Servicio 30 kV)
Número de escalones	5
Tensión de escalón	500 V
Campo de regulación	30÷ 32 KV
Nivel de aislamiento	36 KV
a) Ensayo impulso tipo rayo	170 KVc
b) Ensayo a frecuencia industr.	70 KVef
Acoplamiento	Triángulo
Neutro	No accesible

<u>Devanado primario:</u>

Tensión nominal	400 V

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Nivel aislamiento:

Ensayo a frecuencia industrial	3 KVef
Acoplamiento	Estrella
Neutro	Accesible

Refrigeración

Modo	Refrigeración natural (AN)
Dieléctrico	Aceite

Características constructivas y ensayos

Construcción y ensayos según normas:

Los transformadores objeto de esta Especificación deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se indican a continuación y que les sean aplicables en tanto en cuanto no se opongan a lo indicado en este pliego.

UNE 20-101 (1): Transformadores de potencia. Generalidades.

UNE 20-101 (2): Transformadores de potencia. Calentamiento.

UNE 20-101 (3): Transformadores de potencia. Niveles de Aislamiento y Ensayos Dieléctricos.

UNE 20-101 (4): Transformadores de potencia. Tomas y conexiones.

UNE 20-101 (5): Transformadores de Potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos.

UNE 20102: Ensayos de recepción de transformadores de potencia.

UNE 20 305: Evaluación y clasificación térmica del aislamiento eléctrico.

UNE 20 315: Medida de los niveles de ruido de los transformadores y reactancias de potencia.

UNE 20 178: Transformadores de potencia de tipo seco.

CEI 216: Ensayos de envejecimiento del aislamiento.

CEI 92-101: Autoextinguibilidad.

CENELEC: HD 464.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

VIDE 0472: Análisis de resinas.

NI 00.06.10: Recubrimientos galvanizados en caliente para piezas y artículos diversos.

Otras normas de aplicación: CEI 726, CEI 76.1 a 76.5, UNE 21.538 y DIN 42.523.

En el caso de que el fabricante no cumpla las normas que se indican o existan puntos no definidos por éstas, se aplicarán las normas usuales del fabricante, citando en este caso en la oferta las normas utilizadas por el mismo, así como los puntos concretos en que se aplicarán estas normas y su diferencia, con las requeridas, quedando a criterio la PROPIEDAD su aprobación definitiva.

Conexión lado primario:

Situación	A la vista
Tipo	Interior
Cantidad	4

Conexión lado secundario:

Situación	A la vista
Tipo	Interior
Cantidad	3

Equipamiento

- Bornas de toma de tierra.
- Sondas térmicas (1) con alarma a cuadro de control y disparo a la bobina del interruptor y termómetro digital en control.
- Conexiones para terminal enchufable.
- Envolvente de carcasa metálica.
- Elementos de elevación y arrastre.
- Ruedas orientables.

<u>Regulación de tensión en vacío</u>

La máquina estará dotada de un conmutador sobre tapa de cuatro posiciones, siendo la posición central la correspondiente a la tensión nominal primaria.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La potencia de la máquina no será inferior a la nominal en cualquier posición del conmutador.

Datos técnicos a definir (Propuesta del contratista)

- Pérdidas en carga y en vacío
- Tensión de cortocircuito
- Rendimiento
- Caídas de tensión
- Sobrecargas admisibles
- Peso
- Croquis con las dimensiones principales.

Pintura y tratamiento superficial

Todas las superficies férricas serán limpiadas de óxido por granallado hasta un grado de casi blancas (grado SA2,5 de ASTM) y tratadas a continuación con una imprimación a base de pintura y cromato o fosfato de zinc, según UNE 20-175-85.

Toda la tornillería exterior empleada será inoxidable.

El espesor mínimo aceptable final del transformador será de 60 micras en todos los puntos que se midan.

Deberá realizarse prueba de adherencia.

Deberá someterse para aprobación de la PROPIEDAD, el procedimiento de limpieza, preparación y pintura del transformador.

Ensayos

Todos los transformadores serán montados en fábrica y sometidos a los ensayos (presenciados) y comprobaciones que a continuación se especifican.

Ensayos de rutina

- Comprobación de dimensiones y disposición de los diferentes accesorios.
- Ensayo de tensión aplicada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Ensayo de tensión inducida.
- Medida de la resistencia de aislamiento de los arrollamientos.
- Ensayo de vacío.
- Ensayo de cortocircuito.
- Ensayo de relación de transformación.
- Ensayo de medida de la resistencia de los devanados.
- Ensayo de grupo de conexión y polaridad.
- Medida de descargas parciales.

Ensayos tipo

- Ensayo de impulso.
- Ensayo de calentamiento por el método de cortocircuito, a la potencia nominal.
- Nivel de ruido.

Los ensayos tipo se realizarán independientes, uno a uno.

El fabricante deberá suministrar los protocolos de los ensayos de tipo y especiales que se exigen en la norma CEI-76 o UNE 20101.

Embalaje, marcado y envío

El fabricante presentará a la PROPIEDAD para su aprobación o comentarios su procedimiento de embalaje, marcado y envío.

Los equipos deberán transportarse hasta el parque eólico

Garantías y Penalidades:

El fabricante garantiza todo el material objeto el suministro hasta la fecha de la recepción definitiva, contra cualquier defecto de diseño, de material, de fabricación o montaje, que pudiera presentarse a consecuencia de uso normal bajo las condiciones estipuladas en la Especificación Técnica.

La recepción definitiva se efectuará doce meses después de la puesta en servicio de los equipos, siempre y cuando durante este tiempo no se observe ninguna anomalía.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Si se comprobara dentro del período de garantía que algún elemento o dispositivo fuese defectuoso, el fabricante está obligado a repararlo o sustituirlo, dejando nuevamente el material en perfectas condiciones de servicio, por su cuenta y riesgo, y en el plazo más breve posible.

Se establecerá un nuevo período de garantía, igual al primero, para todo elemento reparado o instalado en sustitución del defectuoso, así como para todo el material restante que pudiera resultar afectado.

Si, a pesar de las modificaciones realizadas por el constructor, no se cumplirán los valores garantizados por el mismo, se aplicarán las siguientes penalidades y rechazos:

Pérdidas: Para las pérdidas totales referidas a una temperatura de 75º se estipula una tolerancia de más menos diez por ciento sobre los valores garantizados, siendo rechazado el transformador cuando las pérdidas sobrepasen en más de 25% las garantizadas. Se conviene una prima o penalidad del medio por ciento del precio en fábrica del transformador en el momento de expedición, por cada uno por ciento de falta o exceso sobre la tolerancia con un tope de un 5% sobre la prima.

Relación de transformación: Se admite una tolerancia de un más menos 0,5% sobre el valor de la relación garantizada. Si esta tolerancia es sobrepasada, quedaría a libre criterio de la Dirección de la Obra, que, el transformador sea o no rechazado.

Tensión de cortocircuito: Se admite una tolerancia de ± 10% sobre el valor garantizado sobre la toma principal. Si esa tolerancia es sobrepasada, quedará al libre criterio de la Dirección de la Obra, la aceptación o rechazo.

Calentamiento: Los calentamientos indicados anteriormente deben entenderse como límite y no deberán, por tanto, ser sobrepasados. En caso de que esto ocurriera, el transformador sería rechazado.

Documentación

<u>Documentación técnica que se debe presentar con la oferta</u>

El ofertante deberá presentar en su propuesta, la siguiente información por triplicado:

- Lista de excepciones del presente Pliego. Las excepciones no incluidas en esta lista de excepciones no tendrán validez contractual.

- Croquis de dimensiones, incluyendo detalle de las bornas, esfuerzos máximos soportados por las bornas, detalles de anclaje, peso total de la máquina etc.

- Memoria o folleto descriptivo del procedimiento de diseño y fabricación de los transformadores, pintura y de todos los accesorios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Relación de normas y reglamentos en su última edición, que se tendrán en cuenta para la fabricación y ensayos del equipo.

- Lista valorada de los repuestos recomendados para 5 años.

- El ofertante deberá además incluir en su oferta un ejemplar totalmente cumplimentado de las Hojas de Datos Técnicos, requisito sin el cual la oferta no será tomada en consideración.

<u>Documentación técnica que debe facilitar el fabricante después de cursado el pedido</u>

El fabricante de los transformadores deberá someter para su aprobación, dentro de las tres (3) primeras semanas a partir de la fecha en que sea cursado el pedido o télex de adjudicación, la siguiente documentación por triplicado:

- Planos certificados de dimensiones generales de los transformadores y de sus accesorios incluyendo, pero no limitándose, a lo siguiente:

- Dimensiones de los transformadores.

- Detalles de las bornas.

- Pesos.

- Situación de accesorios.

- Listas de materiales.

- Instrucciones de almacenamiento del equipo, montaje y mantenimiento, incluyendo en este último apartado indicación expresa de regulaciones para alarma y disparo de termostatos, etc. y las averías o problemas más usuales (según experiencia del fabricante), su solución y prevención. Este libro de instrucciones será presentado de forma sencilla y didáctica y deberá referirse a todos y cada uno de los distintos componentes del transformador.

- Plan de fabricación y acopios.

Toda la documentación deberá llevar indicación de confirmación de pedido y el número del mismo.

De toda la documentación deberán entregarse seis copias (6). De los planos se entregará, además, un ejemplar reproducible y un disquete con ficheros DWG de los mismos.

Toda la documentación se entregará en castellano.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3.4.3. PARARRAYOS-AUTOVÁLVULAS

Características eléctricas

Próximo a las barras de 30 kV del transformador se instalarán tres pararrayos – autoválvulas de las siguientes características eléctricas:

- Instalación/tipo — Interior/Zn0
- Tensión máxima de servicio entre fases — 36 kV
- Tensión nominal — 30 kV
- Frecuencia nominal — 50 Hz
- Nivel de aislamiento del equipo a proteger — 150 kVcr
- Intensidad nominal de descarga (8/20µs) — 10 kAcr
- Sobretensión temporal (TOV a 1 seg) — 45,1 kV
- Tipo de servicio — Continuo
- Temperatura ambiente admisible — -40...+40ºC

Normas

Los pararrayos objeto de esta Especificación, deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se indican a continuación y que les sean aplicables en tanto no se opongan a lo indicado en esta

Especificación. Estas normas se entenderán en su última edición, vigente en el momento del pedido.

UNE 21-087-89 (1) (Concuerda con CEI-99-1/1970): Pararrayos de resistencia variable para redes de corriente alterna.

UNE 21-087-81 (1) 1C (Concuerda con CEI-99-1A/1965): Pararrayos de resistencia variable. Guía de aplicación.

UNE 21-087-89 (1) 2C: Pararrayos de resistencia variable. Guía de aplicación.

CEI 99-4-1991: Pararrayos de óxidos metálicos sin descargadores para sistemas de corriente alterna.

ANSI/IEEE C62: Pararrayos de óxidos metálicos para redes de corriente alterna.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

UNE 20-509-85 (1) (Concuerda con CISPR 18-1/1982): Características de las líneas y aparamenta de alta tensión, relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Descripción del fenómeno.

UNE 20-509-90 (2) (Concuerda con CISPR 18-1/1986): Características de las líneas y aparamenta de alta tensión, relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Métodos de medida y procedimiento para establecer los límites.

UNE 20-509-90 (3) (Concuerda con CISPR 18-3/1986): Características de las líneas y aparamenta de alta tensión relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Código práctico para minimizar la generación de ruido radioeléctrico.

Real Decreto 186/2016, de 6 de junio, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

En el caso de que el fabricante no cumpla las normas que se indican o existan puntos no definidos por éstas, en su oferta deberá indicar las normas usuales que utiliza, los puntos concretos en que se aplicarán estas normas y su diferencia con las requeridas, quedando a criterio de La PROPIEDAD su aprobación definitiva.

Características constructivas

Los pararrayos deberán ser del tipo de óxido de zinc. Estarán constituidos por una columna de elementos activos formados por una o varias unidades montadas unas sobre otras y conectadas eléctricamente en serie. Cada unidad de elementos activos estará alojada en una envuelta cilíndrica de porcelana o silicona, herméticamente cerrada y deberá estar provista de un limitador de presión que impida una rotura violenta de la envuelta provocada por un posible defecto del pararrayos.

Los pararrayos deberán suministrarse dispuestos para anclaje a soportes metálicos mediante tornillos, estando éstos excluidos del suministro. También estarán provistos de un terminal de puesta a tierra en la parte inferior de los mismos.

Deberán tener también una placa de características y esquema de conexiones fijada en un lugar visible. La placa deberá ser de acero inoxidable, debiendo inscribirse en ella como mínimo y de forma indeleble las características que se indican a continuación:

- Fabricante.
- Tipo e identificación del pararrayos completo.
- N.º de fabricación.
- Año de fabricación.
- Normas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Peso total.
- Tensión más elevada de la red.
- Tensión de operación continua (COV).
- Tensión nominal.
- Frecuencia nominal.
- Corriente de descarga nominal.
- Corriente asignada al limitador de presión en kA eficaces.
- Clase de descarga de la línea.
- Nivel de contaminación soportado por la porcelana.

Todas las piezas exteriores metálicas de naturaleza férrica irán galvanizadas en caliente.

Caso de que el fabricante proponga algún aparato especial para verificación del estado del pararrayos, deberá documentar su propuesta de forma adecuada, así como incluir los accesorios para la realización de las verificaciones.

Ensayos

Todos los pararrayos se montarán completamente en fábrica y serán sometidos a los siguientes ensayos, de − Ensayo de soportabilidad del aislamiento.

Los ensayos de tipo serán los siguientes:

- Ensayo de soportabilidad de impulso de corriente de larga duración.
- Ensayos de tensión residual:
- Con impulso de frente escarpado (1/20 µs).
- Con impulso tipo rayo.
- Con impulso de maniobra.
- Ensayo en condiciones de servicio.
- Ensayos para determinar la característica tensión a frecuencia industrial frente al tiempo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Ensayo del limitador de presión.
- Ensayos de dispositivos de desconexión para los pararrayos.
- Ensayo de polución artificial.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de estanqueidad (si es aplicable).
- Ensayo de medida del nivel de radiointerferencias según norma UNE-20-509. acuerdo con la norma CEI 99-4: Ensayos tipo (CEI 99-4 Secc. 7)

Estos ensayos podrán ser sustituidos por el correspondiente certificado de ensayo, para pararrayos iguales a los especificados, emitido por un laboratorio de prestigio reconocido.

Ensayos de rutina (CEI 99-4 Apdo. 8.1)

Los ensayos de rutina a efectuar por el fabricante serán como mínimo:

- Medida de la tensión de referencia.
- Ensayo de la tensión residual.
- Ausencia de descargas parciales y ruido de contactos.
- Ensayo de estanqueidad sobre cada elemento del pararrayos.

Ensayos de recepción (CEI 99-4 Apdo. 8.2)

Los siguientes ensayos serán efectuados sobre uno de los pararrayos del pedido:

- Medida de la tensión a frecuencia industrial del pararrayos completo a la corriente de referencia.
- Medida de la tensión residual ante impulso tipo rayo para el pararrayos completo a la corriente de descarga nominal.
- Ensayo de descargas parciales, sometiendo el pararrayos completo a su tensión nominal y después de al menos 10 sg. bajar hasta 1,05 veces la tensión de operación continua (COV).
- Ensayo de estabilidad térmica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Ensayo de la medida de la corriente de fuga resistiva a tensión nominal.

Embalaje, marcado y envío

El fabricante presentará a la PROPIEDAD para su aprobación o comentarios su procedimiento de embalaje, marcado y envío.

Los equipos deberán transportarse hasta el término municipal donde estará ubicado el centro de seccionamiento, con el embalaje apropiado para resistir su almacenamiento a la intemperie durante el período de montaje.

Documentación

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA QUE SE DEBE PRESENTAR CON LA OFERTA

El ofertante deberá incluir en su oferta, la siguiente información por triplicado.

- Lista de excepciones a la presente Especificación, Las excepciones no incluidas en la lista de excepciones no tendrán validez contractual.

- Croquis de dimensiones de los pararrayos y contadores de descarga, incluyendo detalle de las bornas, esfuerzos máximos soportados por la borna de línea, detalles de anclaje, detalle de borna de tierra y peso total del aparato.

- Memoria o folleto descriptivo de los pararrayos y de los contadores de descarga ofertados.

- Descripción de los procedimientos de los ensayos requeridos en el punto 7.

- Copia de protocolos de ensayos tipo.

- Relación de normas y reglamentos en su última edición, que se tendrán en cuenta para la fabricación del equipo.

- Lista de referencias.

El ofertante deberá además incluir en su oferta un ejemplar de las Hojas de Datos totalmente cumplimentadas, requisito sin el cual la oferta no será tomada en consideración.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA QUE DEBE DE FACILITAR EL FABRICANTE DESPUÉS DE CURSADO EL PEDIDO

El suministrador de los pararrayos deberá entregar para someter a su aprobación, dentro de las tres (3) primeras semanas a partir de la fecha en que sea cursado el fax de intención, tres (3) copias de la siguiente información:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Plano certificado de dimensiones generales de los pararrayos y contadores de descargas incluyendo, pero no limitándose, a lo siguiente:

  - Dimensiones de los pararrayos.
  - Detalle de las bornas de línea y tierra.
  - Esfuerzos máximos soportados por la borna de línea.
  - Detalles de anclaje.
  - Peso total del pararrayos.

- Plano de la placa de características.
- Plano de las placas de identificación.
- Instrucciones de almacenamiento del equipo en obra, montaje y mantenimiento.
- Plan de fabricación y acopios.
- Certificados de ensayos.
- Certificado de calibración del contador de descargas.
- Protocolos de ensayos de recepción en fábrica.
- Protocolos de ensayo de rutina.
- Protocolos completos de ensayo tipo.

De toda la documentación, una vez aprobada por la PROPIEDAD deberán entregarse seis (6) copias. De los planos se entregará además un ejemplar reproducible y un cd con ficheros DWG de los mismos.

Toda la documentación se entregará en castellano.

Garantía

El fabricante garantiza todo el material objeto el suministro hasta la fecha de la recepción definitiva, contra cualquier defecto de diseño, de material, de fabricación o montaje, que pudiera presentarse a consecuencia de uso normal bajo las condiciones estipuladas en la Especificación Técnica.

La recepción definitiva se efectuará doce meses después de la puesta en servicio de los equipos siempre y cuando durante este tiempo no se observe ninguna anomalía.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Si se comprobara dentro del período de garantía que algún elemento o dispositivo fuese defectuoso, el fabricante está obligado a repararlo o sustituirlo, dejando nuevamente el material en perfectas condiciones de servicio, por su cuenta y riesgo, y en el plazo más breve posible.

Se establecerá un nuevo período de garantía, igual al primero, para todo elemento reparado o instalado en sustitución del defectuoso, así como para todo el material restante que pudiera resultar afectado.

3.4.4. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

OBJETO

El suministro y montaje se considera integrado por 2 unidades de Puestas a Tierra de aerogeneradores.

Línea de acompañamiento o de enlace de la P.a.T.

REGLAMENTACIÓN Y NORMAS

La instalación de puesta a tierra cumplimentará la reglamentación y normativa siguiente, que es de aplicación:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, según el Real Decreto 337/2014, de 9 de junio. En particular la ITC MIE-RAT 13 “Instalaciones de puesta a tierra”.

- Reglamento electrotécnico para baja tensión e Instrucciones complementarias. En particular la MI- BT039 “Puestas a tierra”.

- Norma UNE-21017.- Cables de cobre desnudos, semirígidos, para conductores eléctricos.

- “Instalaciones de Puesta a Tierra en Centros de Transformación” y su hoja de aplicación a la red de Compañía de Electricidad, publicado por el Dr. Ingº Industrial D. Julián Moreno Clemente (2ª edición, Málaga 1991).

- “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” publicado por UNESA.

- Norma IEEE 80-2000 en el diseño de sistemas de puesta a tierra para subestaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Características de la red:

- Tensión nominal 30 KV.
- Tensión máxima 36 KV.
- Intensidad de cortocircuito simétrico 16 KA.
- Intensidad de defecto 4,81 kA.
- Régimen de neutro Conectado directo a tierra

Características de la Puesta a tierra:

- Puesta a tierra para protección y servicio aislada.
- Resistividad media del terreno ρS.
- Resistencia de difusión a tierra, individual para cada aerogenerador, exigida por la PROPIEDAD Rt ≤2 Ω.
- Diseño: 5 Anillos perimetral al aerogenerador de cable de cobre desnudo de 50 mm2. Las conexiones entre cables se resolverán con soldadura aluminotérmica.
- El paso de los cables de tierra a través de la armadura del zócalo de la cimentación se resolverá mediante tubos pasacables flexibles de PVC. Si es preciso se cortarán en obra las barras de la parrilla afectadas por los citados tubos.
- Sistema general de puesta a tierra único: compuesto por la P. a T. de todos los aerogeneradores, líneas de enlace y malla centro de seccionamiento.

MONTAJE DE LA PUESTA A TIERRA

Para la ejecución del montaje se deberá realizar las siguientes operaciones:

- Suministro y transporte de los materiales a utilizar, hasta el Parque Eólico
- Montaje coordinado con los trabajos de obra civil de las cimentaciones de los aerogeneradores.
- Tendido del anillo con derivaciones a las picas y realización de las soldaduras aluminotérmicas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- La conexión entre cables subterráneos se resolverá mediante soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión, con el auxilio de moldes en "T" o en "cruz" necesarios, según sus características de utilización. Tanto los cables como los moldes, en el momento del montaje deberán estar libres de impurezas y secos, en evitación de posibles porosidades en las soldaduras.

- Hincado de picas acero-cobre con los accesorios adecuados y conexión con apriete de doble tornillo.

- Colocación de tubos pasacables, a través de la parrilla de la cimentación, previo corte de aquellas por el contratista de la obra civil, si es necesario.

- Tendido de la línea de enlace de tierras con cable de cobre desnudo de 50 mm2, se realizará por la misma zanja que la red de media tensión, con soldaduras aluminotérmicas para las derivaciones a cada uno de los aerogeneradores. Se efectuará en coordinación con la apertura de zanjas y con el tendido de los conductores de M.T. y de fibra óptica.

Conviene resaltar que las pletinas de cobre para conexión a la red de tierras con cable desnudo, no se posarán ni rozarán directamente sobre la torre u otros elementos metálicos, para evitar la oxidación de aquellos por formación de "par galvánico". Esta condición se hará extensiva a las conexiones en general, que deberán resolverse mediante terminales en bronce con tornillería galvanizada. La limpieza del cable y de las superficies objeto de P.a.T., así como el terminal empleado, deberá formar un conjunto cuya resistencia de contacto eléctrico sea inferior a 2 Ω.

ENSAYOS Y PRUEBAS

Se comprobará la continuidad de la línea de enlace de tierras, entre aerogeneradores y centro de seccionamiento.

Se procederá a la comprobación de las soldaduras aluminotérmicas, mediante corte de un muestreo (≈5%) de las mismas para verificar la ausencia de porosidades.

Se verificará, mediante telurómetro, la resistencia de difusión a tierra del sistema general de tierras y de cada de aerogenerador.

Mediante inyección de 5 A, como mínimo, se procederá a la medición de las tensiones de paso y de contacto, en los puntos de acceso al C.T. de la torre y en la periferia de ésta. Los resultados deberán ser inferiores a los admisibles según los cálculos.

Si los valores obtenidos, no fueran los adecuados, se adoptarán las reformas o ampliaciones necesarias de acuerdo con la Dirección de Obra.

3.5. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE OBRA CIVIL

Cumplirán lo estipulado en Pliego específico de obra civil.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1. ORDEN DE LOS TRABAJOS

El técnico Director de Obra dispondrá el orden en que deberán realizarse las obras y a la vista de las incidencias que puedan presentarse, introducir las modificaciones y adecuaciones que considere necesarias para la correcta ejecución de las mismas, siempre y cuando los materiales y unidades de obra se ajusten a lo establecido.

4.2. REPLANTEO

El Director de Obra podrá exigir con carácter previo al replanteo, la presentación para su inspección de prototipos o modelos de los materiales a instalar con la finalidad de confrontarlos con los materiales proyectados, así como las certificaciones de calidad que estime conveniente, pudiendo ordenar la realización de cuantas pruebas y ensayos considere necesarios, hasta un máximo del 1% del presupuesto de ejecución material, que serán por cuenta del Contratista adjudicatario de las obras.

El replanteo será una operación minuciosa definiendo, la correcta ubicación de las torres de los aerogeneradores, detallando la situación de las cimentaciones, trazado de las zanjas, redes eléctricas y otras, procediendo a situar las correspondientes señales en cantidad y situación adecuadas, quedando desde dicho momento la responsabilidad del mantenimiento de dichas señales al cargo del Contratista adjudicatario.

El replanteo deberá realizarse por el Director de Obra en presencia del Contratista adjudicatario de las mismas, acompañado del Técnico encargado de su ejecución y del titular o solicitante de las instalaciones.

De todo lo actuado se levantará acta de replanteo, en la que se hará constar, en su caso, los cambios de los materiales y unidades de obra admitidos, plazos de ejecución y plan de obra y, en general, cuantas incidencias se estimen oportunas. Dicha acta de replanteo será suscrita por el Técnico Director de Obra, por el Contratista adjudicatario y por el titular o solicitante de las instalaciones.

4.3. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se realizarán de acuerdo con el Programa de Trabajo, con estricta sujeción a lo establecido en el presente Proyecto, con los materiales y unidades de obra definidos en este Pliego, y previamente aceptados por el Director de la Obra. Su ejecución, en general, se ajustará a lo que se considere buena práctica.

4.3.1. EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

Líneas de Media Tensión en tierra

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Se instalarán en zanjas de una profundidad de 0,90 m. Con anchuras de 0,60m hasta 2 líneas, de 0,80m para 3 líneas y de 1 m para 4 y 5 líneas. En su caso, el fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y cascotes, colocando un lecho de arena tamizada o lavada de río suelta y áspera, inerte, de 10 cm

Seguidamente se tenderán los cables agrupados en ternas, recubriéndolos con una capa de arena de 20 cm. compactada, y sobre ella ladrillos testigo, rellenándola con tierras seleccionadas procedentes de la excavación compactada mecánicamente por tongadas de un espesor máximo de 30 cm., densidad 95% P.M. como mínimo.

A 30cm de la superficie se colocarán las cintas de señalización de peligro.

Líneas de Media Tensión en cruces de calzada y de paso por áreas de maniobra

Se instalarán en zanjas de una profundidad de 0,90 m y una anchura de 1,00 m. El fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y cascotes, preparando un lecho de hormigón HM-20 de 10 cm., colocando tantos tubos de polietileno de alta densidad, PE.AD., corrugado de doble capa, 160 mm Ø como líneas, rellenándolos a la vez con hormigón formando un dado de 0,60m de profundidad por 1,00m de anchura.

El resto de zanja se rellenará con tierra de excavación debidamente compactada según los criterios ya indicados, previamente a su terminación se tenderán unas cintas de señalización de peligro a 0,30m de la superficie.

Instalación de los conductores de M.T.

En las bobinas, que serán de origen y en el conductor, figurarán el tipo del mismo, la sección y el nombre del fabricante.

Se realizarán al menos ensayos de aislamiento, de propagaciones de llama y agua, verificación dimensional, medida de resistencia eléctrica y control de continuidad una vez instalado.

Cada línea será conductores unipolares agrupados en ternas y en posición de triángulo equilátero para igualar impedancias, atadas por cremalleras de plástico cada metro.

El tendido de conductores se realizará con sumo cuidado, sobre rodillos, evitando roces perjudiciales y tracciones exageradas, no dándose en ellos curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo, con especial atención a los pasos de caminos y entrada-salida a los centros de los aerogeneradores.

Su conexionado y empalmes se realizarán con terminales adecuados al tipo de instalación, características y sección del cable.

Los extremos de los conductores almacenados o en fase de montaje deberán encintarse adecuadamente para evitar la entrada de humedad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.4. COMIENZO DE LAS OBRAS

Las obras se iniciarán después de la adjudicación, salvo en caso de que el Contratista indique como resultado el mismo que debe modificar el programa de trabajo incluido en su oferta. En este caso una vez aprobado el programa de trabajo, las obras deben iniciarse dentro de los dos días siguientes a la aprobación del programa de trabajo definitivo.

En cualquier caso, serán prioritarias las condiciones del contrato y la coordinación con la obra civil general.

4.5. ENSAYOS Y PRUEBA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Durante el transcurso de las obras el Técnico Director de Obra realizará, entre otras, las siguientes comprobaciones:

- Confrontación de los distintos materiales de los Centros de transformación y de las redes de Media Tensión, tales como, conductores, aparellajes, equipos y otros.
- Verificación de los cruzamientos y trazados de las redes eléctricas subterráneas, comprobando el cumplimiento del régimen mínimo de distancias con otros servicios e instalaciones.
- Medición de las unidades de obra antes de su cerramiento o terminación.
- Comprobación de la instalación y estética general.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la realización de la instalación no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales u obras, en cualquier forma que se realicen, no atenúan las obligaciones a subsanar o reponer que el Contratista contrae si las instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

4.6. ACOPIOS

Queda terminantemente prohibido efectuar acopios de materiales cualquiera que sea su naturaleza, sin haber solicitado previamente autorización al Director de las Obras, sobre el lugar a efectuar dichos acopios.

Los materiales se acopiarán en forma tal, que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en obra, y de la forma que el Ingeniero Director prescriba.

Los daños que pudieran derivarse de la ocupación de terrenos, así como de los cánones que pudieran solicitarse por los propietarios de los mismos al ser utilizados como lugares de acopio, serán de absoluta carga para el Contratista, no responsabilizándose la

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Dirección ni del abono de dichos cánones ni de los daños que pudieran derivarse de su uso.

4.7. DIRECCIÓN E INSPIRACIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista está obligado a prestar su colaboración al Ingeniero Director de las Obras, para el mejor cumplimiento de las funciones de éste. Es decir, facilitará el acceso a todas las unidades de obra en ejecución, tanto en el campo como en talleres y los medios necesarios para efectuar las comprobaciones o ensayos que el Ingeniero Director estime pertinentes.

Todas estas comprobaciones se harán en presencia de un representante legal del Contratista, que éste deberá nombrar antes de dar comienzo a los trabajos y que actuará como tal ante la Dirección de la Obra a todos los efectos a que se le requiera durante la ejecución de los trabajos.

Siempre que para ello sea requerido, el Contratista deberá dar su conformidad a los partes de obra haciendo constar los reparos que pudiera oponer a dichos partes.

Todos los planos de detalle preparados durante la ejecución de las obras deberán estar aprobados por el Ingeniero Director de las Obras, sin cuyo requisito no podrían ejecutarse los trabajos correspondientes.

4.8. REPRESENTACIÓN FACULTATIVA DEL CONTRATISTA

La representación facultativa del Contratista en la obra deberá ser a nivel de técnico industrial competente, con conocimientos, experiencia y atribuciones suficientes para poder realizar la instalación bajo las órdenes del Director de Obra.

4.9. OBRAS ACCESORIAS

Será obligación de la Contrata, la ejecución de las obras de recibido de aparatos, aparellaje, cuadros, mecanismos, etc., y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones, cuya liquidación se hará en la forma que se detalla en el capítulo correspondiente.

4.10. DETALLES OMITIDOS

Todos aquellos detalles que por su minuciosidad pueden haberse omitido en este Pliego y resulten necesarios para la completa y perfecta terminación de las obras, quedan a la determinación exclusiva de la Dirección de las Obras, en tiempo oportuno, y la Contrata se halla obligada a su ejecución y cumplimiento sin derecho a reclamación alguna.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.11. RESPONSABILIDADD DE LA CONTRATA

La Contrata será la única responsable de la ejecución de las Obras, no teniendo derecho a indemnización de ninguna clase por errores que pudiera cometer y que serán de su cuenta y riesgo.

Aún después de la recepción la Contrata viene obligada a rectificar toda deficiencia que sea advertida por la Dirección de Obra. El desmontaje o reparación precisa, será de exclusivo cargo de la Contrata. Así mismo, la Contrata se responsabilizará ante los Tribunales de los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución de las obras.

5. PRUEBAS PARA RECEPCIONES

5.1. CONTROL DE MATERIALES. ENSAYOS

El adjudicatario pondrá en conocimiento de la Dirección de Obra todos los acopios de material que realice para que ésta compruebe que corresponden al tipo y fabricante aceptados y que cumplen las Prescripciones Técnicas correspondientes.

La ejecución de los ensayos y pruebas necesarias para comprobar la calidad de los materiales empleados se ordenará por la Dirección de Obra y se realizará a cargo del Contratista.

5.1.1. ENSAYOS PARA REDES DE DESTRIBUCIÓN DE M.T.-MATERIALES

Para recepcionar las instalaciones se realizarán como mínimo las pruebas y ensayos indicados en el Capítulo III, de este Pliego.

5.2. PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Para la recepción de las obras, una vez terminadas, la Dirección de la Obra, procederá en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente Proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión de servicio normal y demostrado su perfecto funcionamiento.

5.2.1. CONDICIÓN PREVIA AL RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Antes del reconocimiento de las obras, el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas completamente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5.2.2. PRUEBAS RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Durante la obra y una vez finalizada la misma, la Dirección Técnica verificará que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes de Aparellaje y Conductores.

5.2.3. PRUEBAS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO

Celdas de Media Tensión

Las pruebas y ensayos a que han de ser sometidas las celdas de M.T. una vez terminada su fabricación, son los siguientes:

Prueba de operación mecánica:

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparellaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos

Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema.

Verificación de cableado

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

Ensayo a frecuencia industrial

Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la columna 4 de la tabla II de la norma UNE-20.099 durante un minuto. El procedimiento de ensayo queda especificado en el punto 24.4 de dicha norma.

Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control

Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con el punto 24.5 de la norma UNE-20.099.

Ensayo a onda de choque 1,2/50 µseg.

Se deberá disponer del protocolo de pruebas realizadas a la tensión (1,2/50 µseg) especificada en la columna 2 de la tabla II de la norma UNE-20.099. El procedimiento de ensayo se realizó según lo especificado en el punto 24.3 de dicha norma.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Verificación del grado de protección

El grado de protección será verificado de acuerdo con el punto 30.1 de la norma UNE-20.099.

Generales de los Centros de Transformación

- Se medirán la resistencia de difusión a tierra individualmente para cada C.T., debiendo alcanzar un valor Rt ≤ 2 Ω.
- Medición del sistema general único de la red de tierras.
- Medición de las tensiones de paso y de contacto en cada centro.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

6.1. GENERALIDADES

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, peso, superficie, longitud o, simplemente, por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figura en el Presupuesto y se abonarán a los precios señalados en el mismo, o prioritariamente a los que figuren en el contrato con la PROPIEDAD.

En los precios se consideran incluidos:

a) Los materiales con todos sus accesorios, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

b) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

c) En su caso, los gastos de personal, combustible, energía, amortización, conservación, etc. de la maquinaria que se prevea utilizar en la ejecución de la unidad de obra.

d) Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificaciones de almacenes y talleres, los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra; los causados por los medios y obras auxiliares, los ensayos de los materiales y los detalles imprevistos que, al ejecutar las obras deben ser utilizados o realizados.

La medición y abono al Contratista, de obras ejecutadas, deben referirse a unidades totalmente terminadas, a juicio exclusivo del Director de Obra. Solamente en casos excepcionales, con autorización de la PROPIEDAD se incluirán obras incompletas y acopios de materiales.

Las unidades de obra que por una junior facilidad al confeccionar los presupuestos se hayan agrupado para construir un presupuesto parcial, deberán medirse y abonarse individualmente.

La medición de las unidades de obra ejecutadas se llevará a cabo conjuntamente por el Director de Obra y el Contratista siendo a cuenta de este último todos los gastos de materiales y personal que se originen.

6.2. ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas consignadas, en su caso, en el presupuesto, serán de abono íntegro, salvo que en el título de la partida se indique expresamente que es a justificar, lo que deberá hacerse con precios del Proyecto, siempre que sea posible y, en caso contrario, con precios contradictorios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

El abono íntegro de la partida alzada se producirá cuando hayan sido, completa y satisfactoriamente, ejecutadas todas las obras que en conjunto comprende. En ningún caso podrá exigirse por el Contratista cantidad suplementaria alguna sobre el importe de la partida alzada, a pretexto de un junior coste de las obras a realizar con cargo a la misma.

6.3. MEDICIÓN Y ABONO DE LA EXCAVACIÓN

La excavación se medirá por su volumen referido al terreno y no a los productos extraídos.

El precio en m3 de excavación comprende:

- Todas las operaciones necesarias para la ejecución de la excavación, cualquiera que sea la naturaleza del terreno.
- El transporte a vertedero de los productos sobrantes, con independencia de la distancia a que se encuentre y, si es necesario, el extendido o arreglo de los productos vertidos.
- El refino de la superficie de la excavación.
- La limpieza de las calzadas y caminos que hayan resultado ensuciadas por los productos resultantes de la excavación.
- Cuantos medios y obras auxiliares sean precisos, tales como accesos provisionales, entibaciones, desagües, desvío de cauces, extracciones de agua, agotamientos, pasos provisionales, apeos de canalizaciones, protecciones, señales, etc.

No se tendrá en cuenta la profundidad de la excavación cuando no se indique en el precio.

No serán abonables los excesos de excavación que ejecute el Contratista sobre los volúmenes teóricos deducidos de los planos órdenes de la Dirección de la Obra y perfiles reales del terreno, ni tampoco los desprendimientos.

No obstante, prevalecerán los criterios plasmados en el pliego específico de la Obra civil.

6.4. MEDICIÓN Y ABONO DEL RELLENO

El relleno se medirá y abonará por su volumen, referido al terreno y no a los productos sueltos necesarios.

El precio del m3 de relleno comprende: todas las operaciones necesarias para formar el relleno con los productos indicados, la compactación o consolidación de los mismos, el

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

refino de la superficie, el transporte a vertedero de los productos no utilizados y cuantos medios y obras auxiliares sean necesarios.

No serán abonables los excesos de rellenos ejecutados por el Contratista sobre los volúmenes teóricos deducidos de los planos, órdenes de la Dirección de las Obras y perfiles reales del terreno.

Prevalecerán los criterios indicados en el Pliego de la Obra civil.

6.5. ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES, DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS

No serán de abono independiente:

Los medios y obras auxiliares indicadas.

Los gastos ocasionados por la realización de los ensayos hasta un 1% del presupuesto.

6.6. MEDICIÓN Y ABONO DE OBRAS NO INCLUIDAS

Cuando sea necesario ejecutar unidades de obra no incluidas en el presente Proyecto, el precio contradictorio correspondiente será calculado, siempre que sea posible, tomando como base los mismos precios de los elementos descompuestos que han servido para formar los que figuran en este Proyecto.

Para estas unidades especificará claramente la forma de medición al convenir el precio contradictorio y, si no es así, se estará a lo admitido en la práctica habitual.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

7. DISPOSICIONES FINALES

7.1. CARÁCTER DE ESTE CONTRATO

Es voluntad de ambas partes contratantes, que una vez aceptados el presente Pliego de Condiciones en sus apartados “A” OBRA CIVIL y “B” ELECTRICIDAD, tenga, respecto a su cumplimiento la misma fuerza y valor que una escritura pública, debidamente otorgada con el reintegro correspondiente a la Hacienda. Tanto la PROPIEDAD, como la Contrata, se reservan la facultad de elevar este documento a escritura pública, en cualquier estado de la obra.

Los impuestos, serán del exclusivo cargo de la Contrata, así como todas las demás contribuciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CAPÍTULO 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

INDICE

CAPÍTULO 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 1
1. MEMORIA DESCRIPTIVA 6
1.1. Objeto del estudio de seguridad y salud 6
1.2. Ámbito de aplicación 6
1.3. Legislación y normativa técnica de aplicación 6
1.4. Empresa responsable del plan de seguridad 8
1.5. Relación de elementos a utilizar 8
1.6. Implantaciones de salubridad y confort 9
1.7. Botiquín de primeros auxilios 11
2. RIESGOS LABORALES EVITABLES MEDIDAS PREVENTIVAS 12
2.1. Identificación de los distintos riesgos laborales que puedan ser evitados.. 12
3. RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS – MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES Y EFICACIA DE LAS MISMAS 15
3.1. Identificación de los distintos riesgos laborales que no pueden ser evitados 15
3.2. Medidas preventivas que palien los riesgos inevitables 16
3.3. Eficacia de las medidas preventivas 18
4. PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS Y OBJETOS 19
4.1. Redes de seguridad 19
4.2. Condena de huecos horizontales con mallazo 20
4.3. Marquesinas rígidas 20
4.4. Plataforma de carga y descarga 20
4.5. Barandillas de protección 21
4.6. Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular 21
4.7. Andamio de Borriquetas 23
4.8. Andamios colgados móviles 23
4.9. Cargas 25
4.10. Plataformas de trabajo 26
4.11. Altura mínima a partir del nivel del suelo 27
4.12. Pasarelas 27
4.13. Protecciones y resguardos en máquinas 27

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.14. Escaleras portátiles 27
4.15. Escaleras de mano de un solo cuerpo 28
4.16. Cuerda de retenida 29
4.17. Aparatos elevadores (Grúas torre) 29
4.18. Eslingas de cadena 33
4.19. Eslinga de cable 33
4.20. Cable "de llamada" 33
4.21. Adecuación del tajo en el lugar de carga 33
4.22. Caída de objetos 34
4.23. Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza 34
4.24. Protección de personas contra contactos eléctricos 35
4.25. Prevención de incendios, orden y limpieza 35
4.26. Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo 36
4.27. Señalización de seguridad 36
4.28. Cinta de señalización y de delimitación de zona de trabajo 37
4.29. Señales óptico acústicas de vehículos de obra 38
4.30. Iluminación 38
5. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL 39
5.1. Ordenación de la acción preventiva 39
5.2. Organigrama funcional 40
5.3. Normas generales de seguimiento y control 42
5.4. Reuniones de seguimiento y control interno 46
6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN 48
6.1. Acciones formativas 48
6.2. Instrucciones generales y específicas 50
6.3. Información y divulgación 51
6.4. Atribuciones generales de seguridad del personal facultativo de obra 52
6.5. Funciones específicas de seguridad 55
7. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD 65
8. MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA 67
8.1. Condiciones generales 67
8.2. Información previa 67

VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

8.3. Servicios afectados: identificación, localización y señalización 68
8.4. Accesos, circulación interior y delimitación de la obra 68
9. MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN 70
9.1. Protecciones colectivas 70
9.2. Equipos de protección individual (e.p.i.) 70
10. SEÑALIZACIONES 73
10.1. Normas generales 73
10.2. Señalización de las vías de circulación 73
10.3. Personal auxiliar de los maquinistas para señalización 73

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Se adjunta el presente Estudio de Seguridad y Salud a efectos de dar cumplimiento al RD. 1627/1997 de 24 de Octubre, que en su art.4 nos dice:

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

   - Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 euros.

   - Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

   - Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Objeto del estudio de seguridad y salud

El presente Estudio de Seguridad y Salud laboral (en lo sucesivo E.S.S.), tiene por objeto cumplimentar las previsiones contenidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS, con la descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hallas de utilizarse en la presente obra, así como con los sistemas de ejecución de las empresas subcontratadas, trabajadores autónomos, industriales y oficios que han de intervenir en dichos trabajos.

1.2. Ámbito de aplicación

La vigencia del Estudio de Seguridad y Salud se inicia desde la fecha en que se produzca el visado del proyecto base de ejecución por el Colegio Oficial Correspondiente y la aprobación expresa del Plan de Seguridad, por el Coordinador en materia de Seguridad e Higiene durante la ejecución de la Obra, responsable de su control y seguimiento.

Su aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa constructora, el dependiente de otras empresas subcontratadas por esta y los distintos trabajadores autónomos, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

1.3. Legislación y normativa técnica de aplicación

- Ley 31/1.995, Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

1.3.1. Estudio básico de seguridad e higiene

- R.D. 1627/97 por el que se establece la obligatoriedad de la inclusión de un estudio básico de seguridad e higiene en el trabajo, en los proyectos de construcción (B.O.E de 25/10/97).

1.3.2. Reglamentos

- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE nº 60 11/03/2006.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (R.D 485/97 B.O.E 23/04/97). Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (R.D 842 de 2/8/02. B.O.E de 18/9/02).

- R.D. 1407/92 de 20/11/92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPIs).

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 B.O.E de 12/06/97.

- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 B.O.E de 07/07/97.

- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, B.O.E de 31/01/97.

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de Abril B.O.E de 23/04/97.

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de Abril, B.O.E de 23/04/97.

- R.D. 171/04 de 30/01/04, por el que se desarrolla el Articulo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, B.O.E. 31/01- 04, de prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de Actividades Empresariales y sus correcciones.

- Protección de la Salud de los Trabajadores contra los Riegos Relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo corrección de erratas. (R.D. 374/01 de 6 de Abril, B.O.E.01/05/01).

- Disposiciones mínimas para la protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico, R.D.614/01 de 8 de Junio, B.O.E. 21/06/01.

- Modificación del R.D. 665/97, de 12 de Junio, sobre la protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los Agentes Mutágenos, R.D.349/03 de 21 de Marzo, B.O.E. 05/04/03.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Protección de la Salud y la Seguridad de los trabajadores Expuestos a los Riesgos Derivados de las Atmósferas Explosivas en el lugar de trabajo, R.D. 681/03 de 12 de junio, B.O.E. 18/06/03.

1.3.3. Normas

- Norma Básica de la Edificación.

- Normas NTE que les sean de aplicación, según fase de obra. Normas UNE que les sean de aplicación.

1.4. Empresa responsable del plan de seguridad

No se ha determinado a fecha actual la empresa responsable.

1.5. Relación de elementos a utilizar

Está previsto que se utilicen durante el transcurso de la obra la siguiente maquinaria, máquinas herramientas y herramientas siguientes:

<u>Movimiento de tierras.</u>

Martillo rompedor Retroexcavadora Pala cargadora
Excavadora de draga de arrastre Zanjadora continua

<u>Transporte horizontal.</u>

Carretilla por pinzas elevadoras o torito Camión basculante

<u>Maquinaria de elevación.</u>

Cabrestante (maquinillo) Puente grúa
Maquinaria para hormigones.
Bomba de hormigón hidráulica Camión hormigonera Autohormigonera
Proyectadora de mortero y hormigones

<u>Maquinaria para compactación y pavimentación.</u>

Extendedora
Rodillo vibrante autopropulsado Explanadora

<u>Maquinaria transformadora de energía.</u>

Motor eléctrico

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Máquinas herramientas.

Martillo neumático.
Electroesmeriladora (radial)
Tronzadora de metal
Tronzadora de cerámica
Sierra de cinta
Amasadora

Herramientas.

Eléctricas portátiles
Hidráulicas portátiles
De corte y soldadura de metales
Herramientas de mano

1.6. Implantaciones de salubridad y confort

La contrata principal, así como las empresas subcontratadas vinculadas contractualmente con ella, asume en primera instancia la dotación y mantenimiento de la implantación para albergar, en condiciones de salubridad y confort equivalentes, a la totalidad del personal que participe en esta obra.

El cargo de amortización, alquileres y limpieza, derivados de la dotación y equipamiento de estas instalaciones provisionales del personal en obra, se prorrateará por parte de la empresa constructora en función de las necesidades de utilización tanto del personal propio como del subcontratado en condiciones de una utilización no discriminatoria, funcional y digna.

El cálculo estimativo de las condiciones de utilización de este tipo de implantación provisional de obra será el siguiente:

Comedores colectivos:

Se dotará cuando más de 10 trabajadores tomen su comida en la obra. Superficie aconsejable: 1,20 m por persona.

Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Bancos corridos y mesas de superficie fácil de limpiar (hule, tablero fenólico o laminado). Dimensiones previstas: 0,65 m lineal por persona.

Dotación de agua: Un grifo y fregadero por cada 10 usuarios del refectorio y un botijo por cada 5 productores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Plancha, hornillo o parrilla a gas, electricidad o de combustión de madera para calentar la comida, a razón de un punto de calor para cada 12 operarios.

Recipiente hermético de 60 l de capacidad y escoba con recogedor para facilitar el acopio y retirada de desperdicios, por cada 20 productores.

Retretes:

Estarán separados por sexos

Situados en lugar aislado de los comedores y vestuarios. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación continua.

Una placa turca o inodoro de taza alta cada 25 hombres o fracción. Un inodoro de taza alta cada 15 mujeres o fracción.

Espacio mínimo por cabina de evacuación: 1,5 m x 2,3 m con puertas de ventilación inferior y superior.

Equipamiento mínimo por cabina: papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a la red de saneamiento o fosa séptica. Disponer de productos para garantizar la higiene y limpieza.

Vestuarios:

Separados por sexos

Superficie aconsejable: 1,25 m2 por persona. Limpieza diaria realizada por persona fija. Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno.

Útiles de limpieza: Serrín, escobas, recogedor, cubo de basura con tapa hermética, fregona y ambientador.

Suelo liso y aislado térmicamente.

Una taquilla guardarropa dotada de cierre individual mediante clave o llave y doble compartimento (separación del vestuario de trabajo y el de calle) y dos perchas por cada trabajador contratado o subcontratado directamente por la empresa constructora
Bancos corridos o sillas.

Una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.

Pileta corrida para el aseo personal: Un grifo por cada 10 usuarios. Jaboneras, portarrollos, toalleros, según el número de duchas y grifos. Un espejo de 40 x 50 cm

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

mínimo, por cada 25 trabajadores o fracción. Rollos de papel, toalla o secadores automáticos.

Instalaciones de agua caliente y fría.

"En caso de obras o instalaciones en el interior de locales o de adecuación de los mismo, se justificará para ese proyecto, el cumplimiento del R.D. 486/97 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en lugares de Trabajo".

1.7. Botiquín de primeros auxilios

Es obligatorio en todos los centros de trabajo.

Equipamiento mínimo aconsejable del armario botiquín:

Desinfectantes y antisépticos autorizados

Gasas estériles. Algodón hidrófilo.

Venda.

Esparadrapo. Apósitos adhesivos.

Tijeras.

Pinzas.

Guantes desechables.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2. RIESGOS LABORALES EVITABLES MEDIDAS PREVENTIVAS

2.1. Identificación de los distintos riesgos laborales que puedan ser evitados

El análisis con detenimiento de la obra nos permitirá conocer y evaluar los distintos riesgos laborables a que están expuestos los trabajadores, este análisis nos conducirá a poder adoptar en la obra un proceso de actuación preventiva, estableciendo las condiciones de seguridad óptimas que garanticen la integridad de los trabajadores no solo físicamente sino en el más amplio concepto de salud laboral.

Es por tanto premisa previa indispensable esta identificación de los riesgos laborales en las obras para afrontar con éxito los compromisos mediante los cuales la empresa constructora desarrollará desde el punto de vista preventivo cada una de las distintas actuaciones constructivas contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud para esta obra.

Esta evaluación inicial de riesgos, que su vez viene contemplada en la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Profesionales, tendrá a efectos reales, el carácter de NORMA DE SEGURIDAD de obligado cumplimiento en el interior del recinto de la obra, por lo que viene a representar en la práctica un Plan Específico de Seguridad para cada actividad o fase constructiva que intervenga en el proceso de realización de este proyecto.

La evaluación e identificación de los riesgos laborales, establece, divulga e impone para esta obra, una serie de medidas preventivas y determina el comportamiento que se debe seguir o al que se deben ajustar las operaciones y la forma de actuación del trabajador y sus compañeros en cada uno de los tajos, comportamiento este extensivo a todas las empresas contratadas directa o indirectamente para esta obra por la empresa constructora principal.

La evaluación inicial de riesgos elaborada en el Estudio de Seguridad y Salud, es solamente un documento informativo y genérico de los riesgos a que están expuestos los trabajadores, el posterior Plan de Seguridad y Salud elaborado por la empresa constructora y adaptado a las posibilidades de la misma, tendrá el carácter de verdadera Evaluación Inicial de Riesgos laborales que hace mención la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

2.1.1. Identificación de los riesgos laborales de carácter genérico más frecuentes y medidas preventivas a adoptar

<u>Identificación de los riesgos</u>

Caída de operarios a mismo nivel. (Tránsito por la obra)

Caída de operarios a distinto nivel (Andamios, escaleras de mano, huecos, etc.)

Caída de objetos sobre operarios en manipulación de los mismos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Caída de objetos sobre operarios (Trabajos a distintos niveles.)

Choques o golpes contra objetos móviles

Choques o golpes contra objetos inmóviles.

Atrapamientos.

Aplastamientos

Contactos eléctricos directos e indirectos.

Proyección de partículas a ojos.

Cortes en manos y pies por objetos o herramientas.

Pisadas sobre objetos cortantes o punzantes Atropello de vehículos.

Medidas preventivas a adoptar

Las medidas preventivas a adoptar con carácter general en una obra están encaminadas a ofrecer una protección colectiva y eliminar los riesgos detectados, por tanto, con carácter general, en la obra se adoptarán las medidas preventivas señaladas en el Anexo 1 adjunto y que le sean de aplicación.

2.1.2. Relación de las fases de obra e identificación de los riesgos laborales particulares a cada una de ellas y medidas preventivas

Esta obra la estudiaremos dividida en las siguientes fases de obra, que serán objeto de estudio detallado en anejos independientes:

Demolición mecánica

Desbroce mecánico

Desbroce manual

Demolición especial

Demolición manual

Excavación manual

Excavación mecánica

Excavación a cielo abierto

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Hormigonado con bomba

Hormigonado directo

Muros pantalla

Taludes

Hormigonado de cimientos con cubilote

Encofrado de pilares

Encofrado de forjados y losas

Ferrallado de muros y pantallas

Ferrallado de soportes y pilares

Forjados de viguetas y bovedillas

Consolidación de terrenos

Entibaciones

Estructura metálica

Estructura de hormigón armado, cubilote

Estructura de hormigón armado, bomba

Albañilería

Carpintería metálica

Montaje de líneas eléctricas en alta tensión

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3. RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS – MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES Y EFICACIA DE LAS MISMAS

3.1. Identificación de los distintos riesgos laborales que no pueden ser evitados

Existe la máxima de seguridad que dice "Se ha de proteger la obra de forma que el trabajador este protegido, hasta el punto de que, aunque quiera accidentarse, no pueda".

Esta norma es claramente una quimera, pues en la práctica, por muy bien protegida que tengamos la obra y por muy bien estudiado y puesta en marcha que este el Plan de Seguridad de una obra, siempre habrá una multitud de causas que pueden originar un accidente. Bien conocido por todos es la gran movilidad que existe en una obra, llegado el caso de decirse que una obra es un ser vivo, que crece día a día y que está en continua evolución.

Es por esto por lo que intentar llegar a la protección integral total es prácticamente imposible. Por ello se ha de prever una serie de riesgos de carácter inevitables, los cuales hemos de intentar minimizar fundamentalmente con equipos de protección personal, prendas estas que por sí solas son claramente insuficientes pero que junto a los sistemas de protección colectiva hacen y logran una protección integral, mejorable con la propia evolución de la obra, pero que pueden ser considerado como el único realmente viable y constatable.

Entre estos riesgos inevitables, cabe destacar:

Lumbalgias por sobreesfuerzos

Contaminaciones acústicas

Lesiones por exposición a vibraciones.

Contactos eléctricos.

Vuelcos de maquinaria o vehículos.

Cuerpos extraños en ojos.

Contactos con sustancias corrosivas.

Caída de materiales en proceso de manipulación.

Caída de materiales por desplome.

Golpes o cortes con herramientas y/o materiales.

Pisadas sobre objetos punzantes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Inhalación de sustancias tóxicas.

Caída de operarios a mismo nivel.

Caída de operarios a distinto nivel, por/en/desde:

Zanjas

Escaleras fijas o móviles.

Huecos de forjado.

Andamios. Etc.

3.2. Medidas preventivas que palien los riesgos inevitables

Las medidas preventivas que palien los efectos de los riesgos inevitables son tan diversas como fases de obra estemos ejecutando, así hemos de tener en cuenta:

Talud natural del terreno.

Entibaciones.

Limpieza.

Apuntalamientos.

Redes.

Mallazos

Pasos o pasarelas.

Iluminación adecuada.

Carcasas o resguardos de máquinas.

Protección de escaleras.

Sistemas de evacuación de escombros.

Limpieza de zona de trabajo.

Plataformas de descarga de materiales.

Caminos de circulación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Andamios de seguridad.

Barandillas.

Etc.

También se ha de tener en cuenta que, aunque todos estos sistemas de seguridad estén correctamente ejecutados, hemos de prever el fallo y por tanto se ha de tener en cuenta la protección individual con el único fin de minimizar las consecuencias que puede originar un accidente de trabajo.

Por ello se ha de dotar a los trabajadores de las prendas de protección o equipos de protección individual que sean imprescindibles y que ello no sea en detrimento de la protección colectiva, única arma eficaz de combatir con cierto rigor técnico y eficaz la lacra de los accidentes en las obras de construcción, entre estas prendas tenemos:

Casco de seguridad

Botas o calzado de seguridad.

Gafas de seguridad

Mascarilla de filtro mecánico.

Mascarillas de filtros químicos

Guantes de lona y piel

Protectores auditivos.

Cinturón de seguridad.

Cinturón antivibratorio

Ropa de trabajo.

Traje de agua

Pantallas de soldador.

Herramientas aislantes.

Etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3.3. Eficacia de las medidas preventivas

La eficacia de las medidas preventivas de los riesgos inevitables, no se puede evaluar de forma independientemente de las de los riesgos evitables, ya que partiremos de la base de que todos los riesgos han de ser evitados, por lo que evaluaremos la eficacia de las medidas adoptadas cuando o bien no se produzcan accidentes, en cuyo caso presumiremos que las mismas han sido eficaces, o por el contrario en la fatal consecución de un accidente, en la que una vez analizado el mismo adoptaremos las medidas pertinentes para que no pueda originarse nuevamente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4. PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS Y OBJETOS

4.1. Redes de seguridad

Paños de dimensiones ajustadas al hueco a proteger, de poliamida de alta tenacidad, con luz de malla 7,5 x 7,5 cm, diámetro de hilo 4 mm y cuerda de recercado perimetral de 12 mm de diámetro, de conformidad a norma UNE 81- 650 - 80.

Pescantes de sustentación de redes en fachadas

Horcas metálicas comerciales, homologadas o certificadas por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, constituidas por un mástil vertical (de 8 m de longitud generalmente) coronado por un brazo acartelado (de 2 m de voladizo generalmente), confeccionado con tubo rectangular en chapa de acero de 3mm de espesor y 5 x 10 cm de sección, protegido anticorrosión y pintado por inmersión.

El conjunto del sistema queda constituido por paños de red de seguridad según norma UNE 81-650-80, colocadas con su lado menor (7 m) emplazado verticalmente, cubriendo la previsible parábola de caída de personas u objetos desde el forjado superior de trabajo y cuerdas de izado y ligazón entre paños también de poliamida de alta tenacidad de 10 mm de diámetro, enanos de anclaje y embolsamiento inferior del paño confeccionados con "caliqueños" de redondo corrugado de 8 mm de diámetro, embebidos en el canto del forjado y distanciados 50 cm entre sí; cajetines sobre el forjado u omegas de redondo corrugado de 12 mm de diámetro, situadas en voladizo y en el canto del forjado para el paso y bloqueo del mástil del pescante, sólidamente afianzados todos sus elementos entre sí, capaz de resistir todo el conjunto la retención puntual de un objeto de 100 kg. de peso, desprendido desde una altura de 6 m por encima de la zona de embolsamiento, a una velocidad de 2 m/seg.

Montaje

Deberá instalarse este sistema de red cuando se tengan realizados la solera de planta baja y un forjado.

Una vez colocada la horca, se instalará un pasador en el extremo inferior para evitar que el brazo pueda girar en sentido horizontal.

Ciclo normal de utilización y desmontaje

Los movimientos posteriores de elevación de la red a las distintas plantas de la obra, se ejecutarán siguiendo los movimientos realizados en la primera. El desmontaje se efectúa siguiendo el ciclo inverso al montaje. Tanto en el primer caso como en el segundo, los operarios deberán estar protegidos contra las caídas de altura mediante protecciones colectivas, cuando por el proceso de montaje y desmontaje las redes pierdan la función de protección colectiva.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

NOTA: El sistema tradicional de protección de mástiles y redes puede ser sustituido, si así se ha previsto en el Proyecto, por pasarelas perimetrales en voladizo, tipo consola o ménsulas de soporte para redes horizontales. En cualquiera de los sistemas de protección colectiva contra caídas de altura que se adopte será preceptiva la homologación o certificación de idoneidad expedido por el fabricante.

4.2. Condena de huecos horizontales con mallazo

Confeccionada con mallazo electrosoldado de redondo de diámetro mínimo 3 mm y tamaño máximo de retícula de 100 x 100 mm, embebido perimetralmente en el zuncho de hormigón, capaz de garantizar una resistencia > 1.500 N/m2 (150 Kg/m2).

4.3. Marquesinas rígidas

Apantallamiento en previsión de caídas de objetos, compuesto de una estructura de soporte generalmente metálica en forma de ménsula o pies derechos, cuajada horizontalmente de tablones durmientes de reparto y tableros, capaces de retener, sin colapsarse, un objeto de 100 Kg de peso, desprendido desde una altura de 20 m, a una velocidad inicial de 2 m/s.

4.4. Plataforma de carga y descarga

La carga y descarga de materiales se realizará mediante el empleo de plataformas metálicas en voladizo.

Estas plataformas deberán reunir las características siguientes:

Muelle de descarga industrial de estructura metálica, emplazable en voladizo, sobresaliendo de los huecos verticales de fachada, de unos 2,5 m2 de superficie.
Dotado de barandilla de seguridad de 1 m de altura en sus dos laterales y cadena de acceso y tope de retención de medios auxiliares desplazables mediante ruedas en la parte frontal.

El piso de chapa industrial lagrimeada de 3mm de espesor, estará emplazada al mismo nivel del forjado de trabajo sin rampas ni escalones de discontinuidad.

Podrá disponer opcionalmente de trampilla practicable para permitir el paso del cable de la grúa torre si se opta por colocar todas las plataformas bajo la misma vertical.

El conjunto deberá ser capaz de soportar descargas de 2.000 Kg/m2 y deberán tener como mínimo un certificado de idoneidad, resistencia portante y estabilidad, garantizado por el fabricante, si se siguen sus instrucciones de montaje y utilización.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.5. Barandillas de protección

Antepechos provisionales de cerramiento de huecos verticales y perímetro de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m, constituidos por balaustre, rodapié de 20 cm de altura, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 1 m de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal suficiente.

4.6. Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular

Previamente a su montaje se habrán de examinar en obra que todos sus elementos no tengan defectos apreciables a simple vista, calculando con un coeficiente de seguridad igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje, estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el Responsable Técnico del Contratista Principal a pie de obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

En el andamio de sujeción por pernos no se deberá aplicar a los mismos un par de apriete superior al fijado por el fabricante, a fin de no sobrepasar el límite elástico del acero restando rigidez al nudo.

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablones, carriles (perfiles en "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Se comprobará durante el montaje la verticalidad de los montantes. La longitud máxima de los montantes para soportar cargas comprendidas entre 125 Kg/m2, no será superior a 2.00 m.

Para soportar cargas inferiores a 125 kg/m2, la longitud máxima de los montantes será de 2,30 m.

Se comprobará durante el montaje la horizontalidad entre largueros. La distancia vertical máxima entre largueros consecutivos no será superior a 2 m.

Los montantes y largueros estarán grapados sólidamente a la estructura, tanto horizontal como verticalmente, cada 3 m como mínimo. únicamente pueden instalarse aisladamente los andamios de estructura tubular cuando la plataforma de trabajo esté a una altura no superior a cuatro veces el lado más pequeño de su base.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En el andamio de pórticos, se respetará escrupulosamente las zonas destinadas a albergar las zancas interiores de escaleras, así como las trampillas de acceso al interior de las plataformas. En el caso de tratarse de algún modelo antiguo, carente de escaleras interiores, se dispondrá lateralmente y adosada, una torre de escaleras completamente equipada, o en último extremo una escalera "de gato" adosada al montante del andamio, equipada con aros salvacaídas o sirga de amarre tensada verticalmente para anclaje del dispositivo de deslizamiento y retención del cinturón anticaídas de los operarios.

Las plataformas de trabajo serán las normalizadas por el fabricante para sus andamios y no se depositarán cargas sobre los mismos salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Quedará un pasaje mínimo de 0,60 m libre de todo obstáculo (anchura mínima de la plataforma con carga 0,80 m). El peso sobre la plataforma de los materiales, máquina, herramientas y personas, será inferior a la carga de trabajo prevista por el fabricante. Reparto uniforme de cargas, sin provocar desequilibrios.

La barandilla perimetral dispondrá de todas las características reglamentarias de seguridad enunciadas anteriormente.

El piso de la plataforma de trabajo sobre los andamios tubulares de pórtico, será la normalizada por el fabricante. En aquellos casos que excepcionalmente se tengan que realizar la plataforma con madera, esta será escuadrada con tablones sanos, sin nudos y sin pintar y ofrecerá una resistencia suficiente para el objeto a que se destina.

Bajo las plataformas de trabajo se señalizará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de las mismas, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m, distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical.

Excepcionalmente la barandilla interior del lado del paramento vertical podrá tener en este caso 0,60 m de altura como mínimo.

Las pasarelas o rampas de intercomunicación entre plataformas de trabajo tendrán las características enunciadas más adelante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.7. Andamio de Borriquetas

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasara sin arriostrar los 3 m, y entre 3 y 6 m se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de suficiente resistencia.

4.8. Andamios colgados móviles

NOTA: Su empleo debe ser restringido al máximo.

Los sistemas de sujeción, soportes, cables, mecanismos de elevación y plataformas de trabajo, deben estar avalados por algún organismo de certificación nacional o extranjero de solvencia técnica contrastada.

Se seguirán las instrucciones de montaje conforme a las especificaciones del fabricante, quedando prohibido intercambiar elementos entre sistemas y efectuar lastrados con materiales fungibles o inestables.

Los pescantes no deben contrapesarse de no ser homologados por el fabricante e instalados conforme a sus instrucciones de montaje. Por regla general, se anclarán al forjado mediante pernos roscados y piezas metálicas (en los forjados unidireccionales deberán abarcar tres viguetas), o bien redondos embutidos en el forjado que abracen la cola del pescante, provistos de tetones soldados para impedir el deslizamiento del cable portante.

Es básico en este tipo de andamiaje el que se efectúen revisiones antes de su empleo, principalmente en lo que se refiere a los cables de sustentación de la plataforma y el mecanismo de elevación de la misma.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

El aparejo deberá disponer de los siguientes sistemas de seguridad:

- Trinquete de retención que actúa sobre el mecanismo interior, impidiendo su descenso.
- Trinquete que evita a la manivela girar en el sentido de descenso, a no ser que se accione intencionadamente el embrague.
- Freno de expansión accionado por el propio peso del andamio.
- Dispositivo de guías interiores para los cables, impidiendo que éstos se traben.

Se rechazarán todos los cables en los que se encuentren más del 10 % de hilos rotos, asimismo éstos estarán siempre libres de nudos, torceduras, "jaulas" u otros defectos.

Se deberá efectuar periódicamente (máximo 1 año) el desmontaje para la limpieza y cambio de piezas si fuera necesario, del mecanismo de elevación.

Se someterán siempre a una prueba a plena carga uniformemente repartida del doble a la que se prevea vaya a soportar, durante 24 horas a 1 m del suelo, manteniendo horizontalmente la andamiada. Para trabajos habituales comúnmente utilizados, ésta carga viene a ser de 500 kg.

Si los módulos de andamio se unen entre sí, la máxima longitud horizontal de la andamiada no superará en ningún caso 8 m, Es decir, si los módulos son de 2,65 m de longitud, no sobrepasarán las tres unidades.

En todo caso, la unión de andamios se efectuará mediante dispositivos de seguridad o trinquetes dispuestos en los puntos de articulación que rigidicen la andamiada en caso de rotura de cables o aparejos.

Al montar la andamiada se dispondrán en los extremos liras extremas, y en los intermedios liras intermedias, que permitan el paso de los operarios.

Efectuar la operación de ascenso y descenso con tantos operarios como mecanismos de elevación existan para que, de esta forma, la plataforma ascienda o descienda asegurando en todo momento su horizontalidad.

La plataforma deberá permanecer horizontal durante los trabajos.

No sobrecargar las plataformas de trabajo con materiales u otros elementos.

Se controlará el buen estado de la superficie de tránsito de la plataforma, no debiéndose pintar si ésta es de madera salvo con barnices transparentes, para evitar que queden ocultos posibles defectos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En andamios colgados aislados, así como en los módulos de esquina y retranqueo, se añadirán verticales y paralelos a los cables de suspensión, otros segundos cables que quedarán en su parte superior amarrados sólidamente a la estructura, pero en lugar diferente a los pescantes de los cables de suspensión, equipados con dispositivos tipo "seguricable" fijado al andamio con independencia del aparejo de elevación y descenso. Este sistema es el único que garantiza la estabilidad de la plataforma en caso de fallo o rotura de los elementos de sustentación.

Los operarios que trabajen sobre estos andamios deben utilizar cinturón de seguridad anticaídas (dotados de arnés tipo paracaidista), que sujetarán a puntos fijos de la estructura o a sirga de seguridad dotada de nudo de seguridad deslizante y autoestrangulable al entrar en carga, o dispositivo de deslizamiento y anclaje anticaídas, suspendida y amarrada a un punto fijo de la estructura del edificio, situado por encima de la plataforma de trabajo. Esta medida de seguridad, aconsejable para todo trabajo en altura sobre plataformas móviles, será rigurosamente obligatoria en tajos sobre andamios colgantes aislados y módulos esquineros que carezcan del segundo cable de seguridad y dispositivo "seguricable" perfectamente instalado.

4.9. Cargas

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

La barandilla perimetral estará equipada con rodapiés de 0,20 m de altura.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m en baja tensión.

Características de las tablas o tablones que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos: Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4 x 15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lías a las borriquetas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Estará prohibido el uso de esta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.

A partir de 2 m de altura habrá que instalar barandilla perimetral completa o, en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable de acero tensas.

4.10. Plataformas de trabajo

Durante la realización de los trabajos, las plataformas de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características:

- Anchura mínima 60 cm (tres tablones de 20 cm de ancho).
- La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Será elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadría de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm si se trata de abeto).
- Longitud máxima entre apoyos de tablones 2,50 m.
- Los elementos de madera no pueden montar entre si formando escalones ni sobresalir en forma de llatas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.
- No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm), únicamente rebasarán esta distancia cuando tenga que volar 0.60 m, como mínimo de la arista vertical en los ángulos formados por paramentos verticales de la obra.
- Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.11. Altura mínima a partir del nivel del suelo

La distancia entre el pavimento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios. En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el pavimento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 2.00 m.

Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasará 2.00 m.

4.12. Pasarelas

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre huecos, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto, realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

- Su anchura útil mínima será de 0,80 m.
- Dispondrá de barandillas completas a alturas de acceso con diferencias de nivel superiores a 2 m
- Inclinación máxima admisible: 25 %.
- La nivelación transversal debe estar garantizada.
- Su superficie debe ser lisa y antideslizante.

4.13. Protecciones y resguardos en máquinas

Toda la maquinaria utilizada durante la fase de obra objeto de este procedimiento, dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

4.14. Escaleras portátiles

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera, en función a la tarea a que esté destinado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Las escaleras de mano deberán de reunir las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas. Como mínimo deberán reunir las siguientes condiciones:

- Largueros de una sola pieza.
- Peldaños bien ensamblados, no clavados.
- En las de madera el elemento protector será transparente.
- Las bases de los montantes estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante. Y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Espacio igual entre peldaños y distanciados entre 25 y 35 cm Su anchura mínima será de 50 cm
- En las metálicas los peldaños estarán bien embrochados o soldados a los montantes.
- Las escaleras de mano nunca se apoyarán sobre materiales sueltos, sino sobre superficies planas y resistentes.
- Se apoyarán sobre los montantes.
- El ascenso y descenso se efectuará siempre frente a las mismas.
- Si la escalera no puede amarrarse a la estructura, se precisará un operario auxiliar en su base.

En las inmediaciones de líneas eléctricas se mantendrán las distancias de seguridad. Alta tensión: 5 m. Baja tensión: 3 m.

Las escaleras de tijeras estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, así como topes en su extremo superior.

4.15. Escaleras de mano de un solo cuerpo

No deberán salvar más de 5 m de altura, a no ser que estén reforzadas, siempre se acuerdo con las condiciones y limitaciones establecidas por el fabricante.

La inclinación de la escalera apoyada deberá estar en torno a los 75 grados.

La parte superior de los montantes debe sobrepasar en un metro su punto superior de apoyo. Escaleras de mano telescópicas:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Dispondrán como máximo de dos tramos de prolongación, además del de base, cuya longitud máxima total del conjunto no superará los 12 m.

- Estarán equipadas con dispositivos de enclavamiento y correderas que permitan fijar la longitud de la escalera en cualquier posición, de forma que coincidan siempre los peldaños sin formar dobles escalones.

- La anchura de su base no podrá ser nunca inferior a 75 cm, siendo aconsejable el empleo de estabilizadores laterales que amplíen esta distancia.

4.16. Cuerda de retenida

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente la trayectoria de los equipos, en su aproximación a la zona de colocación o acopio, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 mm de diámetro, como mínimo.

4.17. Aparatos elevadores (Grúas torre)

Básicamente deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos de reglaje durante su utilización:

- Traslación.

- Momento de vuelco.

- Carga máxima.

- Final de recorrido de gancho de elevación.

- Final de recorrido de carro.

- Final de recorrido de orientación.

- Anemómetro.

- Seguridad eléctrica de sobrecarga.

- Puenteado para paso de simple a doble reenvío.

- Seguridades físicas para casos especiales.

- Seguridades físicas de los medios auxiliares accesorios para el transporte y elevación de cargas.

<u>Seguridad de traslación</u>

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Se coloca en la parte inferior de la grúa torre, adosada a la base y consiste normalmente en un microrruptor tipo "lira" o similar que, al ser accionado por un resbalón colocado en ambos extremos de la vía, detiene la traslación de la grúa en el sentido deseado y permite que se traslade en sentido opuesto. Los resbalones se colocan como mínimo 1 m antes de los topes de la vía y éstos un metro antes del final del carril, de esta forma queda asegurada eléctrica y mecánicamente la parada correcta de la traslación de la grúa.

Seguridad de momento de vuelco

Es la medida preventiva más importante de la grúa, dado que impide el trabajar con cargas y distancias que pongan en peligro la estabilidad de la grúa.

En las grúas torre normales, la seguridad de momento consiste en una barra situada en alguna zona de la grúa que trabaje a tracción (p.e. atado de tirante) y que dicha tracción sea proporcional al momento de vuelco de la carga. En las grúas autodesplegables, este dispositivo de seguridad va colocado en el tirante posterior. En ambos casos, se gradúa la seguridad de tal forma que no corte con la carga nominal en punta de flecha e impide los movimientos de "elevación y carro adelante", al sobrecargar por encima de la carga nominal en punta de flecha.

En grúas de gran tamaño, puede ser interesante el disponer de dos sistemas de seguridad antivuelco, graduados para carga en punta y en pie de flecha, por variación de sensibilidad. A su vez, el sistema de seguridad puede ser de una etapa (o corte directo) o de tres etapas con aviso previo (bocina, luz y corte).

Seguridad de carga máxima

Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cabrestante de elevación, es decir, por la carga nominal del pié de flecha.

Normalmente van montadas en pié de flecha o contraflecha y están formadas por arandelas tipo "Schnrr", accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un microrruptor que impide la ELEVACION de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia ADELANTE. Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10%.

Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación

Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descensor del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De esta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Seguridad de final de recorrido de carro

Impide que el carro se traslade más adelante o más atrás que los puntos deseados en ambos extremos de la flecha. Su actuación se realiza mediante un reductor que acciona dos levas excéntricas que actúan sobre dos microrruptores, que cortan el movimiento ADELANTE en punta de flecha y ATRAS en pie de flecha.

Como complemento, y más hacia los extremos, se encuentran los topes elásticos del carro que impiden que éste se salga de las guías, aunque fallen los dispositivos de seguridad.

Seguridad de final de recorrido de orientación

Este sistema de seguridad es de sumo interés cuando se hace preciso regular el campo de trabajo de la grúa en su zona de orientación de barrido horizontal (p.e. en presencia de obstáculos tales como edificios u otras grúas).

Normalmente consiste en una rueda dentada accionada por la corona y que, a través de un reductor, acciona unas levas que actúan sobre los correspondientes microrruptores.

Funciona siempre con un equipo limitador de orientación, que impide que la grúa de siempre vueltas en el mismo sentido. El campo de reglaje es de 1/4 de vuelta a 4 vueltas y permite que la "columna montante" del cable eléctrico no se deteriore por torsión.

En las grúas con cabestraste en mástil o "parte fija" ayuda a la buena conservación del cable de elevación.

Anemómetro

Sirve para avisar y detener la grúa cuando la velocidad del viento sobrepasa determinados valores. Se taran normalmente para avisar (bocina) entre 40/50 Km/h y para parar la grúa entre 50/60 Km/h.

Consiste en un anemómetro provisto de 2 microrruptores colocados de forma que su accionamiento se efectúe a las velocidades previstas.

Debe colocarse en los lugares de la grúa más expuestos a la acción del viento (p.e. en punta de torreta).

Seguridades eléctricas de sobrecarga

Sirven para proteger los motores de elevación de varias velocidades, impidiendo que se puedan elevar las cargas pesadas a velocidades no previstas. Para ello, existe un contactor auxiliar que sólo permite pasar por ejemplo de 2ª a 3ª velocidad, cuando la carga en 2ª da un valor en Amperios menor al predeterminado. Este sistema de seguridad suele ser independiente de los relés térmicos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Normas de carácter general

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.

- 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 las armaduras, 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, así como de los limitadores de giro, si los tuviera.

Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra.

Se seguirán las siguientes normas de seguridad:

- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.

- No se realizarán tiros sesgados.

- No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. En caso de avería deberá ser subsanado por personal especializado.

- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.

- Nunca se dará más de una vuelta a la orientación en el mismo sentido, para evitar el retorcimiento del cable de elevación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- Cuando existan zonas del centro de trabajo que no queden dentro del campo de visión del gruista, será 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.

4.18. Eslingas de cadena

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

4.19. Eslinga de cable

A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

4.20. Cable "de llamada"

Seguricable paralelo e independiente al principal de izado y sustentación de las cestas sobre las que tenga que trabajar el personal: Variables según los fabricantes y los dispositivos de afianzamiento y bloqueo utilizados.

4.21. Adecuación del tajo en el lugar de carga

Establecer un canal de entrada y salida de las unidades de acopio y evacuación de materiales en general Establecer un ritmo de trabajo que evite las acumulaciones.

Trabajar desde la cota superior hacia la inferior para aprovechar la fuerza de la gravedad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.22. Caída de objetos

Se evitará el paso de persona bajo las cargas suspendidas en todo caso se acotarán las áreas de trabajo.

Las parrillas de armaduras empleadas para la realización de muros pantalla se colgarán para su transporte por medio de vigas de reparto o eslingas de brazos múltiples para asegurar el izado sin tensiones, bien eslingadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

El izado de los materiales alargados, se realizará manteniendo la horizontalidad de los mismos.

Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

4.23. Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza

Las aperturas de huecos horizontales, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo "seta" o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

En verano, proceder al regado previo de las zonas de paso y de trabajo que puedan originar polvareda durante el trasiego de armaduras.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.,) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

La distancia mínima entre las partes móviles más salientes de la maquinaria empleada para el preformado, acopios de armaduras y alcance de las mismas, y los obstáculos verticales más próximos, será de 70 cm en horizontal y 2,50 m en altura en los obstáculos horizontales para evitar alcances a personas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.24. Protección de personas contra contactos eléctricos

La instalación eléctrica estará ajustada al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por instalador homologado.

Cables adecuados a la carga que han de soportar, conexionados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindadas e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque.

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 78 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas a instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados, interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Los cables eléctricos que presenten defectos de recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: 3,3 + tensión (en KV)/100.

Tajos en condiciones de humedad muy elevada: es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

4.25. Prevención de incendios, orden y limpieza

Junto a los acopios de materiales combustibles, en oficinas y almacenes, se dispondrá de unos extintores adecuados en número y capacidad al riesgo de incendio de la zona.

El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto halogenado para combatir incendios. Como es obvio, no se debe utilizar jamás agua o espumas, para combatir conatos de incendio en grupos electrógenos o instalaciones eléctricas en general.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de aparcamiento de maquinaria en general.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4.26. Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo

Establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.

Estará terminantemente prohibido colocar focos para alumbrado reposando sobre las armaduras.

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, redes, mallazo o ménsula que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

Se efectuarán apuntalamientos cuando los encofrados no tengan garantías de estabilidad durante la fase de colocación de armaduras. Se ejecutarán recalces cuando el comportamiento de la cimentación contigua o el terreno inestable contiguo a la zona de armado lo exija.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de conformación y montaje de armaduras y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

4.27. Señalización de seguridad

El Real Decreto 485/97 de 14 de Abril, BOE de 23/4/97 establece un conjunto de preceptos sobre dimensiones, colores, símbolos, formas de señales y conjuntos que proporcionan una determinada información relativa a la seguridad.

<u>Señales de prohibición</u>

Forma:	Circulo
Color de seguridad:	Rojo
Color de contraste:	Blanco
Color de Símbolo:	Negro

<u>Señales de indicación de peligro</u>

Forma:	Triángulo equilátero
Color de seguridad:	Amarillo
Color de contraste:	Negro
Color de símbolo:	Negro

<u>Señales de información de seguridad</u>

Forma:	Rectangular
Color de seguridad:	Verde
Color de contraste:	Blanco
Color de símbolo:	Blanco

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Señales de obligación

Forma:	Circulo
Color de seguridad:	Azul
Color de contraste:	Blanco
Color de símbolo:	Blanco

Señales de información

Forma:	Rectangular
Color de seguridad:	Azul
Color de contraste:	Blanco
Color de símbolo:	Blanco

Señalización y localización equipos contra incendios

Forma:	Rectangular
Color de seguridad:	Rojo
Color de contraste:	Blanco
Color de símbolo:	Blanco

Las dimensiones de las señales serán las siguientes:

La superficie de la señal, S (m2), ha de ser tal que S>L2/2000, siendo L la distancia máxima en (m) de observación prevista para una señal (formula aplicable para L<50 m).

En general se adoptarán los valores normalizados por UNE 175, serie A.

Las señales de seguridad pueden ser complementadas por letreros preventivos auxiliares que contienen un texto proporcionando información complementaria. Se utiliza conjuntamente con la señal normalizada de seguridad. Son de forma rectangular, con la misma dimensión máxima de la señal que acompañan, y colocadas debajo de ellas.

Este tipo de señales se encuentran en el mercado en diferentes soportes (plásticos, aluminio, etc.) y en distintas calidades y tipos de acabado (reflectante, fotoluminiscente, etc.).

4.28. Cinta de señalización y de delimitación de zona de trabajo

En caso de señalizar obstáculos, zonas de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinándose 60º con la horizontal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalizar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

4.29. Señales óptico acústicas de vehículos de obra

Las máquinas autoportantes que ocasionalmente puedan intervenir en la evacuación de materiales de la excavación manual deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

4.30. Iluminación

Se atendrá a lo dispuesto por el R.D. 486/1.997 Zonas de paso: 50 lux

Zonas de trabajo: 200 lux

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad. Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5. PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

5.1. Ordenación de la acción preventiva

5.1.1. Criterios de selección de las medidas preventivas

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a:

- Identificar los riesgos laborales que puedan ser evitados, con indicación de las medidas preventivas. Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.

- Combatir los riesgos en su origen.

- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud (ergonomía).

- Tener en cuenta la evolución de la técnica.

- Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro.

- Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores, formación e información.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.

5.1.2. Planificación y organización

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, orientando esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponiendo de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

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.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La empresa constructora deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de Seguridad y Salud laboral, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

5.1.3. Coordinación de actividades empresariales

Se adoptarán 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.

Se comprobará que los subcontratistas o empresas con las que se contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, 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 laboral en el trabajo.

Se vigilará que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

Se vigilará que los trabajadores autónomos cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

5.2. Organigrama funcional

5.2.1. Servicios de prevención

En los términos y con las modalidades previstas en las disposiciones vigentes, dispondrán de servicios encargados de la asistencia técnica preventiva, en cuya actividad participarán los trabajadores conforme a los procedimientos establecidos. El conjunto de medios humanos y materiales constitutivos de dicho servicio será organizado por el contratista directamente.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

Diseñar y aplicar los planes y programas de actuación preventiva.

Evaluar los factores de riesgo que puedan afectar a la salud e integridad física de los trabajadores. Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia. La asistencia para la correcta información y formación de los trabajadores.

Asegurar la prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Vigilar la salud de los trabajadores respecto de los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinar, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, el personal de estos servicios, en cuanto a su formación, especialidad, capacitación, dedicación y número, así como los recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar en función del tamaño de la empresa, tipos de riesgo a los que puedan enfrentarse los trabajadores y distribución de riesgos en la obra, todo ello al amparo de dispuesto por el R.D. 39/97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

5.2.2. Los representantes de los trabajadores

Los representantes del personal que en materia de prevención de riesgos hayan de constituirse según las disposiciones vigentes, contarán con una especial formación y conocimiento sobre Seguridad y Salud laboral en el Trabajo, de acuerdo con el anexo IV del R.D. 39/97.

El contratista deberá proporcionar a los representantes de los trabajadores la formación complementaria, en materia preventiva, que sea necesaria para el ejercicio de "sus funciones, por sus propios medios o por entidades especializadas en la materia. Dicha formación se reitera con la periodicidad necesaria.

5.2.3. Comité de seguridad y salud

Se constituirá obligatoriamente un Comité de Seguridad y Salud cuando la obra cuente con más de 50 trabajadores. Estará compuesto por los representantes de los trabajadores y por el contratista o sus representantes, en igual número. Su organización, funciones, competencias y facultades serán las determinadas legalmente.

5.2.4. Coordinador de seguridad y salud laboral, técnicos y mandos intermedios

El contratista deberá nombrar, entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de seguridad que coordinará la ejecución del Estudio de Seguridad y Salud laboral y será su representante e interlocutor ante el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, en el supuesto de no ejercitar por sí mismo tales funciones de manera permanente y continuada.

Antes del inicio de la obra, el contratista habrá de dar conocimiento al Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra, de quien asumirá los cometidos mencionados, así como de las sustituciones provisionales o definitivas del mismo, caso que se produzcan.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

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 Estudio de Seguridad y Salud 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, con misiones de control, organización y ejecución de la obra, deberán estar dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

En cualquier caso, el contratista deberá determinar, antes del inicio de la obra, los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma.

5.2.5. Coordinación de los distintos órganos especializados

Los distintos órganos especializados que coincidan en la obra, deberán coordinar entre sí sus actuaciones en materia preventiva, estableciéndose por parte del contratista la programación de las diversas acciones, de modo que se consiga una actuación coordinada de los intervinientes en el proceso y se posibilite el desarrollo de sus funciones y competencias en la Seguridad y Salud laboral del conjunto de la obra.

El contratista de la obra o su representante en materia de prevención de riesgos deberán poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud cuantas acciones preventivas hayan de tomarse durante el curso de la obra por los distintos órganos especializados.

El contratista principal 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.

5.3. Normas generales de seguimiento y control

5.3.1. Toma de decisiones

Con independencia de que, por parte del contratista, su representante, los representantes legales de los trabajadores o Autoridad Laboral se pueda llevar a cabo la vigilancia y control de la aplicación correcta y adecuada de las medidas preventivas recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud, la toma de decisiones en relación con el mismo

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

corresponderá al responsable de la prevención, salvo que se trate de casos en que hayan de adoptarse medidas urgentes sobre la marcha que, en cualquier caso, podrán ser modificadas con posterioridad si el referido técnico 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 de la Seguridad y Salud, aun cuando haya de darse conocimiento inmediato al mismo, a fin de determinar las acciones posteriores.

5.3.2. Evaluación continua de los riesgos

Por parte del contratista principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado, antes de reiniciar los trabajos afectados.

Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el contratista deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsibles y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente.

5.3.3. 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, si con ocasión de la vigilancia del estado de salud de éstos respecto de riesgos específicos, se apreciasen indicios de que las medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el contratista deberá llevar a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de dichos hechos. Sin perjuicio de que haya de notificarse a la autoridad laboral, cuando proceda por caso de accidente.

Asimismo, el contratista deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra, mediante estadillos en los que se reflejen: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad y duración de la incapacidad (en su caso) y relaciones de partes de accidentes cursados y deficiencias.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplen la normativa de protección de la salud de los trabajadores y las previsiones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, en la ejecución de los trabajos que desarrollen en la obra.

El personal directivo de la empresa principal, delegado o representante del contratista, técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra deben cumplir personalmente y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud laboral y las normas o disposiciones vigentes sobre la materia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5.3.4. Adecuación de las medidas preventivas y adopción de medidas correctoras

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se apreciase por el contratista la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable de la Seguridad y Salud laboral su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto 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 de la Seguridad y Salud laboral observase una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales o la inadecuación a las previsiones reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral y requiriese la adopción de las medidas correctoras que procedan, vendrá obligado su ejecución en el plazo que se fije para ello. A la empresa constructora, no le será exigible por la Autoridad Laboral ni por la Propiedad, la responsabilidad "in vigilando", de las diversas empresas de contrata no vinculadas contractualmente, de forma directa o indirecta con ella.

5.3.5. Paralización de los trabajos

Cuando se observase la existencia de riesgo de especial gravedad o de urgencia, se dispondrá la paralización de los tajos afectados o de la totalidad de la obra, en su caso, debiendo la empresa principal asegurar el conocimiento de dicha medida a los trabajadores afectados.

Si con posterioridad a la decisión de paralización se comprobase que han desaparecido las causas que provocaron el riesgo motivador de tal decisión o se han dispuesto las medidas oportunas para evitarlo, podrá acordarse la reanudación total o parcial de las tareas paralizadas mediante la orden oportuna.

El personal directivo de la empresa principal o representante del mismo, así como los técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra, habrán de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes o de otros siniestros profesionales.

A su vez, los trabajadores podrán paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud, siempre que se hubiese informado

al superior jerárquico y no se hubiesen adoptado las necesarias medidas correctivas. Se exceptúan de esa obligación de información los casos en que el trabajador no pudiera ponerse en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico. En los supuestos reseñados no podrá pedirse a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el riesgo denunciado. De todo ello deberá informarse, por parte del contratista principal o su representante, a los trabajadores, con antelación al inicio de la obra o en el momento de su incorporación a ésta.

5.3.6. Registro y comunicación de datos e incidencias

Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral. Las anotaciones en el referido libro sólo podrán ser efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección facultativa, por el contratista principal, por los subcontratistas o sus representantes, por técnicos de los Organismos de la Administración autónoma, por la Inspección de Trabajo, por miembros del Comité de Seguridad y Salud laboral y por los representantes de los trabajadores en la obra.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el contratista principal deberá remitir en el plazo máximo de 24 horas copias a la Inspección de Trabajo de la provincia en que se realiza la obra, al responsable del seguimiento y control del Plan, al Comité de Salud y Seguridad y al representante de los trabajadores. Conservará las destinadas a sí mismo, adecuadamente agrupadas, en la propia obra, a disposición de los anteriormente relacionados.

Los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la Seguridad y salud laboral que se cursen por escrito por quienes estén facultados para ello, deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral 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 contratista, y a ellos deberán tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

5.3.7. Colaboración con el responsable del seguimiento del plan de seguridad y salud laboral

El contratista deberá proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral cuantos medios sean precisos para que pueda llevar a cabo su labor de inspección y vigilancia.

El contratista se encargará de coordinar las diversas actuaciones de seguimiento y control que se lleven a cabo por los distintos órganos facultados para ello, de manera que no se produzcan interferencias y contradicciones en la acción preventiva y deberá, igualmente, establecer los mecanismos que faciliten la colaboración e interconexión entre los órganos referidos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

El contratista habrá de posibilitar que el responsable del seguimiento y control del Plan pueda seguir el desarrollo de las inspecciones e investigaciones que lleven a cabo los órganos competentes.

Del resultado de las visitas a obra del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, se dará cuenta por parte del contratista principal a los representantes de los trabajadores.

5.4. Reuniones de seguimiento y control interno

Las reuniones de seguimiento y control interno de la Seguridad y Salud laboral de la obra tendrán como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa, el análisis y evaluación continuada de las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, así como propiciar la adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados que incidan en la Seguridad y Salud laboral de la obra.

En las reuniones del Comité de S. y S., participarán, con voz, pero sin voto, además de sus elementos constitutivos, los responsables técnicos de la seguridad de la empresa. Pueden participar en las mismas condiciones, trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones a debatir en dicho órgano, o técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones del Comité.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto por la normativa vigente, se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, con independencia de las que fueren, además, necesarias ante situaciones que requieran una convocatoria urgente, o las que se estimen convenientes por quienes estén facultados para ello.

Salvo que se disponga otra cosa por la normativa vigente o por los Convenios Colectivos Provinciales, las reuniones se celebrarán en la propia obra y dentro de las horas de trabajo. En caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso del mediodía.

Las convocatorias, orden de asuntos a tratar y desarrollo de las reuniones se establecerán de conformidad con lo estipulado al respecto por las normas vigentes o según acuerden los órganos constitutivos de las mismas.

Por cada reunión que se celebre se extenderá el acta correspondiente, en la que se recojan las deliberaciones y acuerdos adoptados. El contratista o su representante vienen obligados a proporcionar al responsable de Seguridad y Salud laboral cuanta información o documentación le sea solicitada por el mismo sobre las cuestiones debatidas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Se llevará, asimismo, un libro de actas y se redactará una memoria de actividades, y en casos graves y especiales de accidentes, o enfermedades profesionales se emitirá un informe completo con el resultado de las investigaciones realizadas y la documentación se pondrá a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, el contratista 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.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

6.1. Acciones formativas

6.1.1. Normas legales

Como mínimo los Delegados de Prevención y sucesivamente todo el personal recibirá formación de acuerdo con el Anexo IV del R.D. 39/97 El contratista está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

6.1.2. Contenido de las acciones de formación

a) A nivel de mandos intermedios, el contenido de las sesiones de formación estará principalmente integrado, entre otros, por los siguientes temas:

- Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra.
- Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes y estadillos de régimen interior.
- Normativa sobre Seguridad y Salud laboral. Factores técnicos y humanos.
- Elección adecuada de los métodos de trabajo para atenuar el trabajo monótono y repetitivo. Protecciones colectivas e individuales.
- Salud laboral.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Organización de la Seguridad y Salud laboral de la obra. Responsabilidades.
- Obligaciones y derechos de los trabajadores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

b) A nivel de operarios, el contenido de las sesiones de formación se seleccionará fundamentalmente en función de los riesgos específicos de la obra y estará integrado principalmente, entre otros, por los siguientes temas:

- Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el Plan de Seguridad y Salud laboral Causas y consecuencias de los accidentes.
- Normas de Seguridad y Salud laboral (señalización, circulación, manipulación de cargas, etc.).
- Señalizaciones y sectores de alto riesgo.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Actitud ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
- Salud laboral.
- Obligaciones y derechos.

c) A nivel de representantes de los trabajadores en materia de SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, el contenido de las sesiones de formación estará integrado, además de por los temas antes especificados para su categoría profesional, por los siguientes:

- Investigación de los accidentes y partes de accidentes. Estadística de la siniestralidad.
- Inspecciones de seguridad.
- Legislación sobre Seguridad y Salud laboral. Responsabilidades.
- Coordinación con otros órganos especializados.

6.1.3. Organización de la acción formativa

Las sesiones de formación serán impartidas por personal suficientemente acreditado y capacitado en la docencia de Seguridad y Salud laboral contándose para ello con los servicios de seguridad de la empresa, representante o delegado de ésta en la obra, servicios de prevención, mutuas, organismos oficiales especializados, representantes cualificados de los trabajadores y servicio médico, propio o mancomunado, que por su vinculación y conocimientos de la obra en materia específica de Seguridad y Salud laboral sean los más aconsejables en cada caso.

En el Plan de Seguridad y Salud laboral que haya de presentar el contratista se establecerá la programación de las acciones formativas, de acuerdo con lo preceptuado

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

en el presente Pliego y según lo establecido, en su caso, por los Convenios Colectivos, precisándose de forma detallada: número, duración por cada sesión, períodos de impetración, frecuencia, temática, personal al que van dirigidas, lugar de celebración y horarios.

6.2. Instrucciones generales y específicas

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del contratista o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales. Se prestará especial dedicación a las instrucciones referidas a aquellos trabajadores que vayan a estar expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El contratista habrá de garantizar que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido las instrucciones pertinentes en el sentido anteriormente indicado.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

Las instrucciones para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento y otros análogos se referirán, además de a los aspectos reseñados, a: restricciones de uso y empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos de trabajo. Deberán figurar también de forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.

Las instrucciones sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar en caso de situaciones de emergencia habrán de ser proporcionadas a quienes tengan encomendados cometidos relacionados con dichos aspectos y deberán figurar, además, por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal adscrito a la obra, tales como oficina de obra, comedores y vestuarios.

Las personas relacionadas con la obra, con las empresas o con los trabajadores, que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el contratista o sus representantes sobre los riesgos a que pueden exponerse, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización de las protecciones individuales de uso obligatorio.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6.3. Información y divulgación

El contratista o sus representantes en la obra deberán informar a los trabajadores de:

Los resultados de las valoraciones y controles del medio-ambiente laboral correspondientes a sus puestos de trabajo, así como los datos relativos a su estado de salud en relación con los riesgos a los que puedan encontrarse expuesto.

Los riesgos para la salud que su trabajo pueda entrañar, así como las medidas técnicas de prevención o de emergencia que hayan sido adoptadas o deban adoptarse por el contratista, en su caso, especialmente aquéllas cuya ejecución corresponde al propio trabajador y, en particular, las referidas a riesgo grave e inminente.

La existencia de un riesgo grave e inminente que les pueda afectar, así como las disposiciones adoptadas o que deban adoptarse en materia de protección, incluyendo las relativas a la evacuación de su puesto de trabajo.

Esta información, cuando proceda, deberá darse lo antes posible.

El derecho que tienen a paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud y no se hubiesen podido poner en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico o, habiéndoselo comunicado a éste, no se hubiesen adoptado las medidas correctivas necesarias.

Las informaciones anteriormente mencionadas deberán ser proporcionadas personalmente al trabajador, dentro del horario laboral o fuera del mismo, considerándose en ambos casos como tiempo de trabajo el empleado para tal comunicación.

Asimismo, habrá de proporcionarse información a los trabajadores, por el contratista o sus representantes en la obra, sobre:

Obligaciones y derechos del contratista y de los trabajadores.

Funciones y facultades de los Servicios de Prevención, Comités de Salud y Seguridad y delegados de Prevención. Servicios médicos y de asistencia sanitaria con indicación del nombre y ubicación del centro asistencial al que acudir en caso de accidente.

Organigrama funcional del personal de Seguridad y Salud laboral de la empresa adscrita a la obra y de los órganos de prevención que inciden en la misma.

Datos sobre el seguimiento de la siniestralidad y sobre las actuaciones preventivas que se llevan a cabo en la obra por la empresa.

Estudios, investigaciones y estadísticas sobre la salud de los trabajadores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Toda la información referida se le suministrará por escrito a los trabajadores o, en su defecto, se expondrá en lugares visibles y accesibles a los mismos, como oficina de obra, vestuarios o comedores, en cuyo caso habrá de darse conocimiento de ello.

El contratista deberá disponer en la oficina de obra de un ejemplar del Plan de Seguridad y Salud laboral aprobado y de las normas y disposiciones vigentes que incidan en la obra.

En la oficina de obra se contará, también, con un ejemplar del Plan y de las normas señaladas, para ponerlos a disposición de cuantas personas o instituciones hayan de intervenir, reglamentariamente, en relación con ellos.

El contratista o sus representantes deberán proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral toda la información documental relativa a las distintas incidencias que puedan producirse en relación con dicho Plan y con las condiciones de trabajo de la obra.

El contratista deberá colocar en lugares visibles de la obra rótulos o carteles anunciadores, con mensajes preventivos de sensibilización y motivación colectiva. Deberá exponer, asimismo, los que le sean proporcionados por los organismos e instituciones competentes en la materia sobre campañas de divulgación.

El contratista deberá publicar mediante cartel indicado, en lugar visible y accesible a todos los trabajadores, la constitución del organigrama funcional de la Seguridad y Salud laboral de la obra y de los distintos órganos especializados en materia de prevención de riesgos que incidan en la misma, con expresión del nombre, razón jurídica, categoría a cualificación, localización y funciones de cada componente de los mismos. De igual forma habrá de publicar las variaciones que durante el curso de la obra se produzcan en el seno de dichos órganos.

6.4. Atribuciones generales de seguridad del personal facultativo de obra

Independiente de las atribuciones, obligaciones y responsabilidades que el R.D.1426/97 establece para los responsables de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra y durante la elaboración del proyecto, las cuales vienen definidas en el mismo.

La empresa constructora en su estructura de gestión empresarial tiene fijado para todos sus Centros de Trabajo, el sistema de "Seguridad Integrada", es decir considera que la Seguridad, la Higiene, la Prevención de Pérdidas y el Control de la Calidad Total, son tareas directivas a realizar por las diferentes "Líneas de Mando" habituales en la misma y que incluyen desde la Alta Dirección hasta Jefes de Equipo, Capataces así como los Responsables Técnicos a pie de obra de las empresas subcontratadas, siendo todos ellos, y a su nivel, Supervisores de Seguridad. Por principio, el Supervisor es responsable de cuantas actividades se desarrollen en su área de competencia, incluyendo naturalmente, la seguridad de las personas e instalaciones a su cargo.

A la hora de establecer prioridades, la Prevención de Accidentes ocupa el mismo nivel de importancia que la Producción, la Calidad y los Costos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

A continuación, van descritas las más relevantes funciones de tipo general, entre las que destacan:

1. Encargados de que todos los que participan en una operación bajo su mando reciben el entrenamiento adecuado para la realización de los trabajos a ellos encomendados con un grado aceptable de aseguramiento de la calidad y del control de los riesgos para las personas y las cosas.

2. Encargados de que los Planes de Seguridad que afecten a su área de trabajo estén actualizados, a disposición de los ejecutantes y que sea exigido su cumplimiento.

3. Encargados de que exista la información suficiente sobre los riesgos de exposición a los productos, medios auxiliares, máquinas y herramientas utilizadas en su área de responsabilidad. Si no existiese, deberá solicitarla al suministrador o departamento competente para facilitarla, y en última instancia, al Director o Responsable de su Centro de Trabajo.

4. Encargados de que en su área se cumpla con el programa de Seguridad, previamente establecido.

5. Encargados de que exista en su área de responsabilidad y se realice prácticamente un programa rutinario de comprobación del entorno laboral, los medios, aparatos y dispositivos que existan en relación con la Prevención. En particular:

   – Prendas y Equipos de Protección Individual, su estado y mínimos de utilización. Sistemas de Protección Colectiva y su eficacia preventiva.

   – Equipos de detección de riesgos higiénicos y comprobación del medio ambiente de trabajo.

   – Estado de limpieza y salubridad de las instalaciones de implantación provisional a utilizar por el personal de obra. Estado y funcionamiento de los recipientes de gases a presión, retimbrado de los mismos y válvulas de seguridad.

   – Mangueras y juntas de expansión.

   – Maquinaria, máquinas herramientas, instrumentos críticos, medios auxiliares, aparatos de elevación, herramientas y en general todos aquellos sistemas o equipos que se consideren problemáticos o peligrosos en condiciones normales de trabajo.

   – Condiciones climatológicas adversas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

– Almacenamiento de productos tóxicos, contaminantes y/o peligrosos. Etc.

6. Encargados de efectuar las revisiones de Seguridad del área a su cargo, en relación con las distintas operaciones que allí se realicen. En el caso de que su realización se salga fuera de su competencia, solicitarla de los correspondientes Servicios o Especialistas, propios o concertados.

7. Encargados de informar, mediante reuniones de seguridad, charlas de tajo u otros medios, siempre que ocurra un accidente o incidente potencialmente importantes en su área de responsabilidad, para su estudio y análisis o cuando lo crea oportuno para la motivación o la formación en Prevención.

8. Encargados de solicitar a su superior jerárquico y cumplir las revisiones de seguridad de nuevas instalaciones, así como sugerir mejoras para la modificación de las existentes.

9. Encargados asimismo de garantizar la clasificación de los riesgos y la prelación de los distintos niveles preventivos en la utilización de todos los productos y energías incluidos en los procesos de trabajo desarrollados en su área.

10. Encargados de preparar los trabajos e instalaciones para realizar las tareas de Mantenimiento Preventivo, proporcionando a los ejecutantes la información y los medios necesarios para su realización con seguridad.

11. Encargados de cumplir y hacer cumplir la reglamentación vigente en materia de seguridad, las Normas Internas de Seguridad de su propia empresa y las contenidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en lo que respecta al personal propio como al subcontratado.

12. Encargados de notificar jerárquicamente a su Dirección la producción de cualquier incidente o accidente que ocurra en sus instalaciones e iniciar la investigación técnica del mismo, así como el establecimiento de medidas preventivas, con independencia de que se hayan producido o no daños.

13. Realización de la parte que les corresponda de las tareas y actividades señaladas en el estudio de seguridad y salud y controles administrativos. En aras del perfeccionamiento y simplificación de los mismos, aportará las sugerencias de mejora y simplificación que estime necesarios, a sus superiores jerárquicos.

14. Establecer un programa básico de Mantenimiento preventivo de las instalaciones, utillaje, máquinas, herramientas y equipos de protección individual y colectivos correspondientes a su área de responsabilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6.5. Funciones específicas de seguridad

6.5.1. Dirección de obra

La empresa constructora y Responsables Técnicos de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen la máxima responsabilidad en materia de Producción y Condiciones de Trabajo, en función de sus atribuciones sobre la "Línea Ejecutiva".

2. Asignan responsabilidad y autoridad delegada a los Mandos en materia de prevención de accidentes y control de aseguramiento de la calidad del personal y actividades sometidos a su jurisdicción.

3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de Seguridad atendiendo las sugerencias de los especialistas, propios o externos, asesores de seguridad, así como a los restantes órganos ejecutivos de la Empresa competentes en la mejora de las Condiciones de Trabajo.

4. Promulgan las políticas en materia de prevención de la siniestralidad y mejora de las condiciones de trabajo en la empresa, y las hace cumplir.

5. Dentro de sus respectivas competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar las políticas de mejora de las condiciones de trabajo.

6. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención, adecuado para cualificar a los Técnicos y Cuadros de Mando bajo su jurisdicción.

7. Aprueban, a iniciativa propia o propuesta del Comité de Seguridad e Higiene, la concesión de premios o sanciones de los Cuadros de Mando que dependan jerárquicamente de él, y que a su juicio sean acreedores a las mismas, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

6.5.2. Jefes y técnicos de obra

Los responsables Técnicos de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen responsabilidad y autoridad delegada en materia de Producción y Condiciones de Trabajo en función de sus competencias sobre el personal de la "Línea Productiva" sometido a su jurisdicción, y de las Empresas de Subcontrata que estén a su mando.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2. Asignan responsabilidades y autoridad delegada en materia de prevención de accidentes a los Cuadros de Mando y Técnicos, del personal a su cargo, tanto propios como subcontratado.

3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad, según lo recomendado por la Dirección de la empresa, Dirección Facultativa de la Obra y Mutuas Patronales de Accidentes de Trabajo (propia y de las empresas subcontratadas).

4. Supervisan y colaboran en el análisis y propuestas de solución de la investigación técnica de los accidentes ocurridos en la obra (tanto del personal propio como subcontratado), mediante la cumplimentación del documento establecido al efecto, adoptando de inmediato las medidas correctoras que estén a su alcance.

5. Divulgan la política general de la empresa en materia de seguridad y medicina preventiva, dentro de su jurisdicción, y velan por su cumplimiento, así como de mantener unos niveles altos en la relación productividad y condiciones de trabajo.

6. Dentro de sus competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar la política de prevención en las obras a su cargo.

7. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención adecuado para cualificar a los Técnicos, Cuadros de Mando y Personal de Producción, dentro de su jurisdicción.

8. Presiden el órgano colegiado de seguridad que, en función del volumen e importancia de la obra, se considere oportuno establecer (p.e. Comisión General de Seguridad e Higiene de Empresas de Contrata, Comisión de Seguridad e Higiene de Subcontratistas, Círculos de Seguridad o Comité de Seguridad e Higiene). En obras de menor volumen despachará regularmente con el o los Delegados de Prevención.

9. Controlan el cumplimiento y materialización de los compromisos adquiridos en el E.B.S.S. de aquellas obras que lo tengan establecido por ley.

10. Proponen a sus superiores jerárquicos y/o al Comité de S. e H. los nombres y circunstancias del personal a su mando, que a su juicio sean acreedores de premio o sanciones graves o muy graves, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

11. Exigirán a las empresas contratadas o subcontratadas el cumplimiento riguroso de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6.5.3. Mandos intermedios

Los mandos intermedios, Encargados, Capataces, Jefes de Equipo o de Brigada y Técnicos Especialistas a pie de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Son responsables de la seguridad y condiciones de trabajo de su grupo de trabajadores.

2. Son responsables de la seguridad del lugar de trabajo, orden y limpieza, iluminación, ventilación, manipulación y acopio de materiales, recepción, utilización y mantenimiento de equipos.

3. Cuidarán de que se cumplan las normas relativas al empleo de prendas y equipos protectores.

4. Son responsables de que se presten con rapidez los primeros auxilios a los lesionados.

5. Deben informar a su Mando Superior e investigar técnicamente todos los accidentes producidos en su área de responsabilidad, analizando las causas y proponiendo soluciones, mediante el documento establecido al efecto en el presente E.S.S. "Informe Técnico de Investigación de Accidente" (ITIA).

6. Facilitarán gratuitamente a los trabajadores los medios de protección personal homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizados para todo el personal de la empresa constructora. Entra dentro de sus competencias, asegurarse el acopio suficiente y suministro de estos materiales, así como el control documental de su entrega y seguimiento de su correcta utilización. Los operarios de empresas subcontratadas que incumplan con el compromiso de su empleador respecto a la correcta utilización de Equipos de Protección Individual y Sistemas de Protección Colectiva, para la realización de sus trabajos, fijados en las cláusulas de seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora, verán subsanadas por parte de la misma, las situaciones de riesgo voluntariamente asumidas, imputando íntegramente la repercusión de su coste en la certificación a abonar al subcontratista del cual dependa.

7. Mantendrá reuniones informales de seguridad con sus productores y responsables de las empresas subcontratadas, tratando también de los temas de seguridad con los trabajadores por separado.

8. Fomentarán y estimularán los cometidos de los delegados de Prevención a su cargo.

9. Colaborará con los Representantes legales de los Trabajadores en cuantas sugerencias de carácter preventivo puedan aportar.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

10. Cumplirán personalmente y harán cumplir al personal y subcontratistas a sus órdenes la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad de carácter interno de la empresa constructora, así como las específicas para cada Centro de Trabajo fijadas por el Estudio de seguridad y Salud y el Plan de seguridad y salud.

11. Tienen responsabilidad y autoridad delegada de la Alta Dirección de su empresa en materia de seguridad en función de sus atribuciones sobre el personal de la Línea Productiva y subcontratistas sometidos a su jurisdicción.

12. Asignan responsabilidades y autoridad delegada al personal de producción cualificado en materia de prevención de accidentes, sobre los trabajadores y subcontratistas que estén a cargo de ellos.

13. Darán a conocer al personal a su cargo y subcontratistas, las directrices de prevención que sucesivamente adopte la Empresa y la Dirección Facultativa de la Obra, velando por su cumplimiento.

14. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad que afecten a este Centro de Trabajo, según lo recomendado por los órganos de la empresa constructora y de la Dirección Facultativa, competentes en materia de prevención.

15. Dentro de sus competencias autorizarán los gastos necesarios para desarrollar la política en su Centro de Trabajo.

16. Procederán a una acción correctora cuando observen métodos o condiciones de trabajo inseguras e interesarán a aquellas personas, departamentos, empresas subcontratadas, Dirección Facultativa o Propiedad, según proceda, que por su situación o competencias puedan intervenir en la solución de aquellos problemas que escapen a sus medios y competencias técnicas.

17. Tienen la facultad de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes, siempre que no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos o minimizarlos.

18. Realizarán y supervisarán mensualmente la inspección de seguridad y de mantenimiento preventivo de los diferentes tajos y equipos de la obra a su cargo.

19. Intervendrán con el personal a sus órdenes en la reducción de las consecuencias de siniestros que puedan ocasionar víctimas en el Centro de Trabajo y prestarán a éstos los primeros auxilios que deban serles dispensados. Fomentará y estimulará los cometidos de los Socorristas del Centro de Trabajo a su cargo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

20. Promocionarán y facilitarán el adiestramiento profesional de sus trabajadores, seleccionándolos y controlando se observen las prácticas de trabajo habituales para el correcto desempeño de cada oficio.

21. Dentro de sus posibilidades, promocionarán y facilitarán la formación en materia de prevención del personal a su cargo.

22. Exigirán a las empresas contratadas y Subcontratistas el cumplimiento de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora

6.5.4. Representantes legales del personal de la empresa constructora

Corresponde a los órganos de representación del Personal y los Representantes Sindicales, de acuerdo con lo dispuesto en el Estatuto de los Trabajadores y la Ley Orgánica de Libertad Sindical, la vigilancia y control de la puesta en práctica de la normativa de aplicación en materia de seguridad, patología laboral y condiciones de trabajo, formulando en su caso, y en su calidad de representantes, las acciones legales oportunas ante la empresa y los órganos de jurisdicción competentes.

Las funciones básicas de los Representantes legales de los Trabajadores en el área de la Prevención de Riesgos en la empresa serán la definidas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

6.5.5. Delegados de prevención

La empresa constructora y cada una de las empresas contratadas, con más de 5 trabajadores a pie de obra, tendrá nombrado un Delegado de Prevención.
Su cualificación técnica estará avalada por documento expedido por el Servicio de Seguridad de su Mutua de Accidentes de Trabajo, con antelación a su nombramiento definitivo, que deberá estar acreditado ante la Inspección Provincial de Trabajo.
Sus funciones como Delegados de Prevención, serán compatibles con las que normalmente preste en la Línea Productiva el trabajador designado al efecto y tendrán las competencias legales que dicta la citada Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

6.5.6. Trabajadores

1. Los trabajadores de la empresa constructora, de las empresas subcontratadas y los trabajadores autónomos, realizarán su actividad de conformidad con las prácticas de seguridad establecidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud. y aceptadas en la especialidad que desarrolle.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2. Deben dar cuenta a su Encargado de las condiciones, averías o prácticas inseguras apreciadas en equipos, personal propio o ajeno que puedan implicar directamente a la empresa constructora o a terceros en las inmediaciones de la obra.

3. Hacer sugerencias de mejora de las medidas de prevención y protección a los mandos responsables de su materialización.

4. Usar correctamente los Equipos de Protección Individual (EPI), homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizado en la obra, cuidando de su perfecto estado y conservación.

5. Someterse a los reconocimientos médicos preceptivos y a las vacunaciones ordenadas por las Autoridades Sanitarias competentes o por el Servicio Médico de Empresa.

6. Cuidar y mantener su higiene personal, en evitación de enfermedades contagiosas o molestas para sus compañeros.

7. Comprometerse a no introducir bebidas u otras sustancias no autorizadas en los Centros de Trabajo, no presentarse o permanecer en los mismos en estado de embriaguez o de cualquier otro género de intoxicación.

8. Recibir las enseñanzas sobre prevención de accidentes y sobre extinción de incendios, salvamento y socorrismo en los Centros de Trabajo que les sean facilitados por la empresa, Mutua Patronal o por las instituciones competentes de la Administración.

9. Proponer a su Mando Inmediato superior la demora o sustitución de la realización de trabajos que impliquen riesgo de accidentes o enfermedad profesional en el caso de que no se disponga de los medios adecuados para llevarlas a cabo con las suficientes garantías para su integridad física o la de sus compañeros.

10. Pedir asesoramiento suficiente a su Mando Inmediato superior sobre la realización de aquellas tareas que no comprenda o no se sienta capacitado para llevarlas a término en condiciones de seguridad.

11. Si el trabajador conociese la existencia de posibles incompatibilidades entre sus características personales y las condiciones de determinados puestos de trabajo a los que pudiera ser destinado, deberá poner tal hecho en conocimiento del empresario. La omisión de esta comunicación tendrá la consideración de transgresión de la buena fe contractual.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

12. Cumplirá personalmente la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad internas de la Empresa y de la Dirección Facultativa de la obra donde presta sus servicios.

13. Cooperará en la extinción de incendios y en el salvamento de las víctimas de accidentes de trabajo en las condiciones que, en cada caso, sean racionalmente exigibles.

6.5.7. Funciones del "encargado general"

En cualquier fase el Encargado General deberá realizar la formación específica de su personal, haciendo especial hincapié en su disciplinada integración a los usos y costumbres preventivos del sector de la construcción.

Velará por todos los medios que sus hombres estén en todo momento bajo la cobertura de protecciones de carácter colectivo; cuando esto no fuera posible por las especiales circunstancias del tajo o escasa duración de los trabajos con exposición a riesgo, obligará al empleo de la totalidad de los equipos de protección individual (EPI) recomendados para minimizar las consecuencias de los previsibles incidentes y/o accidentes.

Es responsable de que la construcción de los andamios y plataformas a utilizar por su personal se haga conforme a la normativa técnica del fabricante y reglamentación legal vigente. Velará constantemente por el estado reglamentario y de estabilidad de utilización de andamios, plataformas de trabajo y plataformas de apoyo y accesos. En su calidad de "Jefe de Maniobra" vigilará constantemente la forma de elevación del material.

6.5.8. Funciones del "jefe de maniobra"

Es el responsable de la coordinación de un equipo compuesto por el "Señalista" y el "Estrobador" durante las operaciones de preparación de equipos, materiales, apilado, eslingado, aplomo, ajuste, embridado, deslingado, descarga, acopio y posicionado de los mismos.

Dará las instrucciones y comprobará personalmente las condiciones de utilización o rechazo de:

Accesorios, suplementos, trabazón, monolitismo de los materiales, para su transporte y sistemas de elevación y manutención mecánica.

Balizado y señalización de zonas de acopio de los materiales y zonas de paso elevado durante la trayectoria de las maniobras.

Estado de las cuerdas de retenida, eslingas planas (de banda textil de fibra), de cable o cadenas, ganchos y sus cierres de seguridad, anclajes de los equipos, conexionado de los elementos hidráulicos, estado de los cables y condiciones de utilización de sus distintos elementos como sistema de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Conjuntamente con el "Gruista", comprobará la zona de partida de la maniobra, la zona intermedia a seguir por la trayectoria de la misma y la zona de destino final, cerciorándose de:

Que el piso esté plano y su superficie resista la carga a acopiar y las dinámicas de trabajo de la propia máquina. Que, en las máquinas accionadas por cable, en la posición nominal más baja del bloque diferencial queden aún dos vueltas de cable en el enrollamiento del tambor de elevación.

Que en las máquinas hidráulicas las articulaciones no tengan holguras y los bombines, manguitos y émbolos trasmitan la presión correcta sin descompresiones por pérdidas o fugas.

Que la trayectoria de la maniobra no pueda dañar conducciones, instalaciones, equipos ni personas. Que los medios auxiliares los equipos y accesorios sean los adecuados a la maniobra a realizar.

El "Jefe de Maniobra" indica al "Señalista" de viva voz (sin gesto ni ademán alguno que pueda ser mal interpretado por el "Gruista"), el momento en que puede iniciarse la maniobra, su destino y eventualmente, el itinerario y precauciones especiales a adoptar.

Si el "Jefe de Maniobra" realiza conjuntamente otras funciones como las de "Señalista" o las correspondientes al "Estrobador", debe prestar especial atención en que las señales que pueda hacer con las manos a sus ayudantes no puedan nunca ser confundidas con los ademanes dirigidos al "Gruista"

6.5.9. Funciones del "señalista"

El "Señalista" es un auxiliar de "Jefe de Maniobra" de quien recibe las órdenes, cuya misión consiste en dirigir al "Gruista" en cada una de las fases de la maniobra.

El "Señalista" pasa a ser el "Jefe del Gruista", desde el momento en que hace el ademán normalizado de toma de mando y este ha contestado "entendido".

Desde que se inicia la maniobra, durante su trayectoria, y si tiene jurisdicción en la zona de llegada, el "Señalista" tiene la responsabilidad de las órdenes dadas al "Gruista".

El "Señalista" ha de comunicarse con el "Gruista" mediante señales normalizadas, utilizando ambos brazos.

Salvo en los casos de movimientos lentos de aproximación, el "Señalista" no debe repetir ningún ademán (excepto si el "Gruista" da la señal de repetición).

No es misión del "Señalista" indicar al operador de la grúa cuáles son las palancas o mandos a accionar para efectuar determinado movimiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Durante el desplazamiento en la zona de su mando, el "Señalista" guía el movimiento de cargas y elementos articulados, para evitar golpes con obstáculos, ya que el gruista carece de la adecuada referencia de relieve.

El "Señalista" no abandona el mando hasta la llegada al destino final de la maniobra o al límite de su jurisdicción. Antes de dar la orden de bajada, el "señalista" se asegurará de que no hay persona alguna en la zona sobre la que se ha de depositar la carga.

Para el cumplimiento correcto de su función, el "Señalista" se situará en un lugar que le permita: Ser visto perfectamente por el "Gruísta".

Ver por su parte, y en las mejores condiciones posibles, todos los sistemas implicados en la maniobra, y poder seguirla con la vista durante su desplazamiento en la zona que tiene asignada.

No encontrarse él mismo amenazado por los desplazamientos de la maniobra, si ésta pasa por las inmediaciones de donde se encuentra situado.

La plataforma de señalización u observatorio situado a más de 2 m de altura, dispondrá de las protecciones colectivas perimetrales reglamentarias, y si esto no es posible, el "Señalista" utilizará cinturones anticaídas a una sirga de afianzamiento que le facilite los desplazamientos horizontales sin dificultad. El suelo estará limpio y libre de obstáculos.

El "Señalista" debe permanecer constantemente a la vista del "Gruista". En los casos necesarios, pedirá al "Jefe de Maniobra" un auxiliar como enlace, para que le informe sobre la situación de determinado punto de acción de la maniobra.

El "Señalista" debe disponer de una indumentaria suficientemente vistosa e identificativa de su misión (P.e. casco y guantes en color fosforito, brazalete, chaleco fotoluminiscente, parka de señalista de O.P., etc.,).

6.5.10. Funciones del "estrobador"

El "Estrobador" es un auxiliar del "Jefe de Maniobra", de quien recibe las órdenes, su misión consiste en elegir los medios auxiliares y equipos para asegurar la correcta operatividad de la maniobra y la estabilidad del conjunto durante su trayectoria. Su función puede coincidir con la del "Señalista".

Al comenzar la jornada, comprobará la inexistencia de defectos que descalifiquen la utilización de medios o equipos para la realización de las maniobras previstas.

Procederá a la retirada, etiquetaje e inutilización de los elementos aportados por equipos de trabajo, designados como "fuera de servicio".

Distribuirá los pesos y cargas de forma racional y uniformemente repartida para no castigar los equipos empleados. Se asegurará de que el equipo o medio auxiliar a utilizar, no sobrepase la capacidad de la máquina que tiene que utilizarlo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Empleará solo señales convenidas para dirigir al "Señalista" y permanecerá donde el "Gruista" o, en su defecto el "Señalista", puedan verle.

No pasará nunca por debajo de cargas suspendidas, ni permitirá que otros lo hagan.

No arrastrará descolgará o dejará caer las eslingas o equipos acoplados, antes bien, apilará y acuñará los elementos de forma que no puedan deslizarse o desequilibrarse.

No permitirá el izado, suspensión, sostenimiento o descenso de ninguna armadura, uña portapalets, cangilón o tolva, por medio de cadena o eslinga de cable metálico que tenga un nudo en cualquier parte sometida a tracción directa, ni tampoco con cadenas acortadas o empalmadas provisionalmente o de forma inadecuada.

Exigirá y comprobará los certificados de control de calidad realizados por los fabricantes respecto a sus equipos, medios auxiliares y accesorios de estrobado.

El transporte suspendido de cargas, debe realizarse de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores responsables de la maniobra estrobado y aparejado de armaduras irán provistos de guantes anticorte y antiabrasión, casco, calzado de seguridad y chalecos reflectantes de señalista

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

7. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, Ley 31/1995, de 8 de Noviembre; BOE de l0 de Noviembre/1995.

- REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE nº 60 11/03/2006 - Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (RD 485/97 BOE 23/04/97).

- REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión publicado en el BOE N.º 224 de 18 de septiembre de 2003.

- R.D. 1407/92 de 20/11/92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPIs).

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 BOE de 12/06/97.

- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 BOE de 07/07/97.

- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, BOE de 31/01/97.

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de Abril BOE de 23/04/97.

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbales, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de Abril, BOE de 23/04/97.

- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-5-52) (B.O.E.] 5-6-52).

- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-11-59) (B.O.E. 27-11-59).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

- 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.

Aparte de las disposiciones legales citadas, se tendrá en cuenta las normas contenidas en el Reglamento de Régimen Interior de la empresa, así como las que provienen del Comité de Seguridad e Higiene y en el caso de los Convenios Colectivos y por su interés, el repertorio de recomendaciones prácticas de la O.I.T.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

8. MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA

8.1. Condiciones generales

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud laboral y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el Estudio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores. Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el contratista tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberá realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

8.2. Información previa

Antes de acometer cualquier de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el contratista deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de Seguridad y Salud laboral requeridas. A tales efectos recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

Servidumbre o impedimentos de redes de instalaciones y servicios y otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.

Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.

Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de Seguridad y Salud laboral de los trabajadores.

Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

8.3. Servicios afectados: identificación, localización y señalización

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen el solar o estén próximas a él se interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora. A tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable. Habrá de vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

En el supuesto de redes subterráneas de gas, agua o electricidad, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio.

Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalizará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

8.4. Accesos, circulación interior y delimitación de la obra

Antes del inicio de la obra deberán quedar definidos y ejecutados su cerramiento perimetral, los accesos a ella y las vías de circulación y delimitaciones exteriores.

Las salidas y puertas exteriores de acceso a la obra serán visibles o debidamente señalizadas y suficientes en número y anchura para que todos los trabajadores puedan abandonar la obra con rapidez y seguridad. No se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

Los accesos a la obra serán adecuados y seguros, tanto para personas como para vehículos y máquinas.

Deberán separarse, si es posible, los de estos últimos de los del personal. Dicha separación, si el acceso es único, se hará por medio de una barandilla y será señalizada adecuadamente.

El ancho mínimo de las puertas exteriores será suficiente para el número de personas que se prevea los utilicen normalmente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

En todos los accesos a la obra se colocarán carteles de "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", "Es obligatorio el uso del casco" y "Prohibido aparcar" y, en los accesos de vehículos, el cartel indicativo de "Entrada y salida de vehículos".

Los vehículos, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente o pavimentado, de longitud no menos de vez y media de separación entre ejes o de 6 metros. Si ello no es posible, se dispondrá de personal auxiliar de señalización para efectuar las maniobras.

Se procederá a ejecutar un cerramiento perimetral que delimite el recinto de la obra e impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. Dicho cerramiento deberá ser suficientemente estable, tendrá una altura mínima de 2 metros y estará debidamente señalizado.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas tendrán un ancho mínimo de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas. Sus pendientes no serán juniores del 12 y 8%, respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvas. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos que se utilicen. Deberán acotarse y delimitarse las zonas de cargas, descargas, acopios, almacenamiento y las de acción de los vehículos y máquinas dentro de la obra. Habrán de quedar previamente definidos y debidamente señalizados los trazados y recorridos de los itinerarios interiores de vehículos, máquinas y personas, así como las distancias de seguridad y limitaciones de zonas de riesgo especial, dentro de la obra y en sus proximidades.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

9. MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN

9.1. Protecciones colectivas

9.1.1. Generalidades

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.

En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente).

Mantenimiento

Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

9.1.2. Señalización y ordenación de tráfico

La señalización será visible y sencilla que, con fácil interpretación, advierta de los riesgos existentes. Se emplearán colores, avisos, señales, balizamientos, etc., para facilitar la atención visual.

Se considerará una zona de 5 cm. alrededor de la máquina como zona de peligrosidad. Cuando trabajan varias máquinas en el mismo tajo, la distancia mínima entre ellas será de 30 m.

Las rampas de acceso serán estables y con el talud adecuado, el borde la rampa estará reforzada con un retablo que sirve de tope a los camiones en la circulación. Las rampas estarán señalizadas con stop, limitación de velocidad, pendiente, etc.

9.2. Equipos de protección individual (e.p.i.)

9.2.1. Generalidades

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los E.P.I. que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los E.P.I. que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

9.2.2. Exigencias esenciales de sanidad y seguridad

Los E.P.I. deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del E.P.I. se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad.

Los materiales de que estén compuestos los E.P.I. y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario.

Cualquier parte de un E.P.I. que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los E.P.I. ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas.

Los E.P.I. posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán estos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los E.P.I. se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los E.P.I. serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Antes de la primera utilización en la obra de cualquier E.P.I. habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.

Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los E.P.I. ni en el usuario.

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los E.P.I.

Accesorios que se pueden utilizar en los E.P.I. y características de las piezas de repuesto adecuadas. Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

de uso correspondientes. Fecha o plazo de caducidad de los E.P.I. o de algunos de sus componentes.

Tipo de embalaje adecuado para transportar los E.P.I.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

10. SEÑALIZACIONES

10.1. Normas generales

El contratista deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad.

La puesta en práctica del sistema de señalización no dispensará, en ningún caso, de la adopción de los medios de protección indicados en el presente documento.

Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra.

Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

El material constitutivo de las señales (paneles, conos de balizamiento, letreros, etc.) será capaz de resistir tanto las inclemencias del tiempo como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

10.2. Señalización de las vías de circulación

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

10.3. Personal auxiliar de los maquinistas para señalización

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás.

Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CAPÍTULO 6. BALIZAMIENTO

INDICE

CAPÍTULO 6. BALIZAMIENTO 1
1. OBJETO DEL PROYECTO 3
2. COORDENADAS AEROGENERADORES 4
3. ESPECIFICACIONES DE SEÑALAMIENTO E ILUMINACIÓN 5
3.1. Señalamiento 5
3.2. Colores 5
3.3. Iluminación 5
4. ESPECIFICACIONES DEL BALIZAMIENTO 8
5. SOLUCIÓN PROPUESTA 13
6. MEDIDAS ADICIONALES DE ILUMINACIÓN 14

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente documento es informar a AVIACIÓN CIVIL de la situación y el balizamiento de los aerogeneradores que forman el futuro Parque Eólico Las Fuentecillas.

Dicho parque eólico se encuentra en el Término Municipal de Camarillas, en la provincia de Teruel. Está constituido por 8 aerogeneradores de 2.000 kW, de diámetro de palas 103 m y altura de buje 138 m.

La señalización e iluminación de parques eólicos deberá realizarse atendiendo a las directrices dadas en la Guía de señalamiento e iluminación de parques eólicos, elaborada por la a partir del Anexo 14 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), transpuesto a la legislación española mediante el Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado y transpuesto a legislación europea por Reglamento (UE) nº 139/2014 de la Comisión de 12 de febrero de 2014, por el que se establecen los requisitos y procedimientos administrativos relativos a los aeródromos, de conformidad con el Reglamento (CE) nº 216/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de febrero de 2008

Serán susceptibles de señalamiento y/o iluminación aquellos parques eólicos que, por su condición, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) determine que es necesario, en los siguientes casos:

- Parques eólicos que se encuentren dentro de las zonas afectadas por Servidumbres Aeronáuticas (Aeródromo, Radioeléctricas y de Operación), independientemente de la altura de los elementos del mismo (aerogeneradores, antenas meteorológicas, grúas necesarias para su construcción) (Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas, modificado por el Real Decreto 297/2013, de 26 de abril.

- Parques eólicos cuyos elementos (incluidos los elementos necesarios para la construcción) tengan una altura superior a 100 metros en todo el territorio nacional, sobre planicies o partes prominentes del terreno o nivel del mar dentro de aguas jurisdiccionales.

El parque eólico objeto del presente proyecto no se encuentra en zona de servidumbre aeronáutica, pero al ser la altura de los aerogeneradores superior a 100 m existe obligación de comunicar y autorizar por parte de la agencia estatal de seguridad aérea la instalación del mismo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

2. COORDENADAS AEROGENERADORES

A continuación, se adjunta el listado de coordenadas de las turbinas del parque eólico Virgen de las Angustias, especificándose la altura de la punta de la pala sobre el nivel del terreno y la altura del terreno sobre el nivel del mar de cada una de ellas.

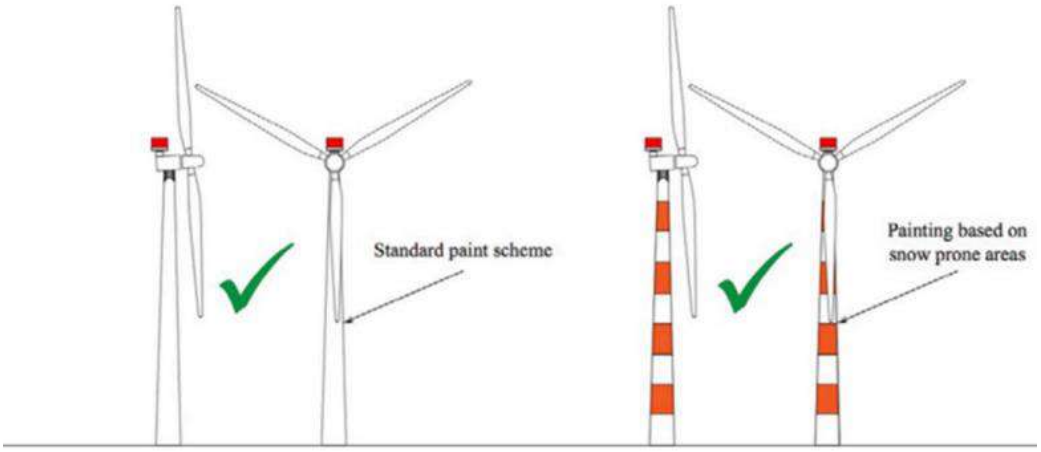
COORDENADAS ETRS89				DIMENSIONES		
N.º Tur.	X1	Y1	Z Terr (m)	Altura de buje	Altura de punta de la pala (m)	Altura de la punta de la pala sobre el nivel del mar (m)
AEG01	692015	4500892	1410	138	189,5	1.599,5
AEG02	691618	4500410	1420	138	189,5	1.609,5
AEG03	691524	4499968	1428	138	189,5	1.617,5
AEG04	691348	4499525	1433	138	189,5	1.622,5
AEG05	690927	4498834	1430	138	189,5	1.619,5
AEG06	691818	4498585	1399	138	189,5	1.588,5
AEG07	692335	4498287	1390	138	189,5	1.579,5
AEG08	692482	4497687	1398	138	189,5	1.587,5
SET	691795	4500683	1417	138	189,5	1606,5

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

3. ESPECIFICACIONES DE SEÑALAMIENTO E ILUMINACIÓN

3.1. Señalamiento

Como norma general, para la señalización de parques eólicos se pintarán íntegramente de color blanco o grisáceo los álabes del rotor, la barquilla y los 2/3 superiores del mástil de soporte de todas las turbinas eólicas, cuya cromaticidad estará comprendida dentro de los límites establecidos en el Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, Normas Técnicas de Diseño y Operación de Aeródromos de Uso Público.



3.2. Colores

Los colores de señalamiento serán, con regla general, blanco tráfico (RAL 9016) y naranja tráfico (RAL 2009). Alternativamente, estará permitido el color rojo tráfico (RAL 3020), en el caso de aerogeneradores junto con el blanco grisáceo (RAL 9002), gris ágata (RAL 7038) o gris claro (RAL 7035). Alternativamente, estará permitido el color rojo tráfico (RAL 3020) junto con el blanco grisáceo (RAL 9002), gris ágata (RAL 7038) o gris claro (RAL 7035). Estará permitido utilizar los colores luminosos diurnos pertinentes.

3.3. Iluminación

Las características de los distintos tipos de luces que se mencionan en lo sucesivo deben cumplir con lo indicado en la Tabla Q-2 del Capítulo Q de las especificaciones de certificación para el diseño de aeródromos CS-ADR-DSN del Reglamento (UE) no 139/2014 de la Comisión de 12 de febrero de 2014 incluida como Anexo I a este documento. El régimen de intermitencia de las luces en los casos que corresponda será de 40 fpm (destellos por minuto).

La cromaticidad de las luces estará comprendida dentro de los límites establecidos en el Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, Normas Técnicas de Diseño y Operación de Aeródromos de Uso Público, Apéndice 1; Figura A1-1 Colores de luces aeronáuticas de superficie.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

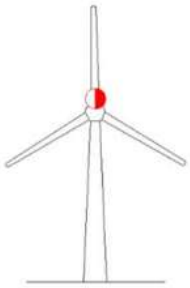
Lo establecido anteriormente debe ser justificado adecuadamente por parte del fabricante de las luces mediante la presentación de una ficha técnica que especifique que la instalación prevista cumple con los requisitos establecidos por OACI.

Las características de la iluminación (tipo y ubicación de la misma) varían en función de la altura del aerogenerador y de su localización respecto de las Servidumbres Aeronáuticas.

Los sistemas Duales deben disponer de un sistema que permita el cambio de tipo de luz en función de la luminancia de fondo.

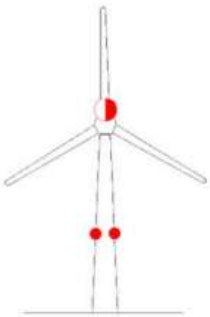
3.3.1. Tipo de iluminación según la altura:

Altura del aerogenerador: 100 m < h ≤ 150 m



- Por defecto, en todos los casos se debe disponer de un sistema Dual Media A / Media C.

Altura del aerogenerador: h > 150 m



– En todos los casos se debe disponer de un sistema Dual Media A / Media C además de un nivel intermedio de luces de baja intensidad Tipo E en torre (ver apartado siguiente), salvo que un estudio aeronáutico demuestre que estas no son apropiadas, en cuyo caso se emplearan luces de baja intensidad A o B

– La iluminación en la barquilla tendrá un sistema redundante de forma que en caso de que se funda una baliza se conecte automáticamente la reserva.

3.3.2. Ubicación de la iluminación

La iluminación se instalará en todos los casos en la parte superior de la góndola del aerogenerador.

Los aerogeneradores cuya altura sea igual o inferior a los 150 m no requerirán de luces adicionales intermedias en su torre.

Aquellos que superen los 150 m de altura deben tener instaladas en la torre luces de baja intensidad Tipo E a distintos niveles.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Los niveles de luces adicionales en torre deben disponerse de modo que nunca queden tapados por las palas del aerogenerador en su giro, por lo que la separación máxima mencionada anteriormente considera únicamente la distancia entre la superficie del terreno donde se ubica el aerogenerador y la punta de pala en su posición vertical más baja.

El número de luces necesario por nivel dependerá del diámetro exterior del mástil de las turbinas eólicas. Los números recomendados para obtener la cobertura adecuada y asegurar la visibilidad desde todos los azimuts, son los siguientes:

Diámetro	Elementos luminosos por nivel
6 m o menos	3
6 m a 30 m	4
30 m a 60 m	6
Más de 60 m	8

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

4. ESPECIFICACIONES DEL BALIZAMIENTO

A continuación, se indican las características de los equipos de balizamiento, pudiéndose utilizar los indicadas a continuación o similares

L303-865 & L303-866 MEDIUM INTENSITY WHITE FLASHING STROBE OBSTRUCTION LIGHT

Key features

- High reliability with long life time, low cost of ownership and low power consumption
- Effective Intensity 20.000 candela white day mode and 2.000 candela white night mode
- Uses Orga special technology for the ignition of xenon lamps control for long lamp life and very low UV and ozone generation
- Internal photocells for automatic day/night intensity control
- Orga Strobeline™ cable wiring system configuration combines power and control wires into a single protected cable
- Lightweight and easy to install
- Level indicators provided to help with correct installation

Standards

- *Certified to:*
  Federal Aviation Administration AC 150 5345/43E Type L865 & L866 obstacle light
- ICAO Annex 14 Volume 1, Third edition, July 1999, Chapter 6, Medium Intensity, Type A obstacle light
- *Approved by:*
  STNA of France
  DGAC of Mexico
  Civil Aviation of Germany
  Civil Aviation of The Netherlands

Optical characteristics

- 40 (L865) flashes per minute (factory set as per table)
- 60 (L866) flashes per minute (factory set as per table)
- Automatic day/night intensity control by internal photocells
- Lens colour: Clear
- Horizontal beam pattern 360°
- Vertical beam pattern 3°
- High accuracy Fresnel lens

Electrical characteristics

- 110 – 240 V_{AC} (±10%) 50/60 Hz operating voltage
- Power consumption (see table)
- Safety switches to disconnect power and discharge capacitors when unit opened
- A high voltage warning LED is provided
- Light "fail" remote monitoring output
- Failure indication LED
- Supplied with an Orga Strobeline™ combined power and data connection cable
- Two stage over voltage protection

Physical characteristics

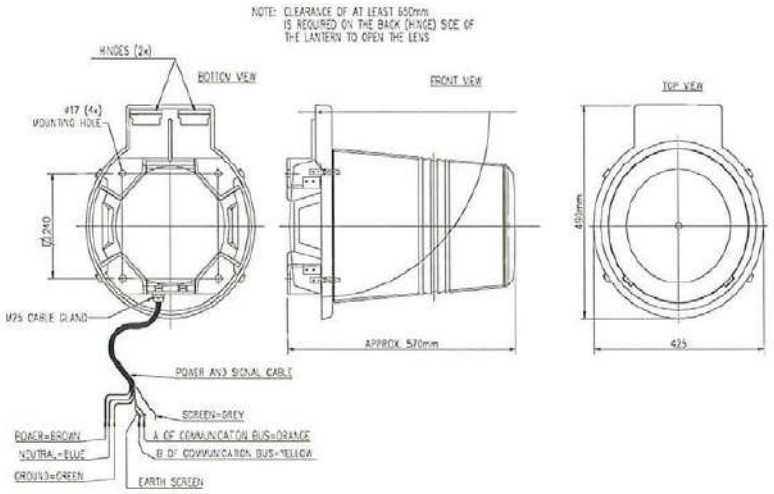
- Polyurethane body
- IP65 degree of ingress protection (by design)
- Operating temperature range -55°C to +55°C
- Height 570 mm, diameter 425 mm
- Mounting holes at 240 x 240 mm
- Weight (excluding packaging) 12 kg
- Shipping dimensions: 700 x 550 x 750 mm / 16 kg)

System Design, Control and Monitoring

- Combine L303-865 / L303-866 medium intensity lights with L1000 high intensity lights or L810 low intensity lights for optimum system design
- Connect L1000 high intensity, L303 & L350 medium intensity and L810 low intensity lights to a single CIP200 control unit
- Local and remote monitoring facilities provided by a CIP200 or CIP100 controller
- No-Wire multiple system flash character synchronisation option with the GPS020
- Catenary crossing system configuration options available

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Type numbering		Additional information						
L303-	Extension	Flashes per minute			Power consumption (W)			Comment
		Day	Twilight	Night	Day	Twi	Night	
L303-865		40	40	40	90	90	35	Standard configuration
L303-865	d	40	40	off	90	90	12	Day time only operation
L303-865	n	off	off	40	12	12	35	Night time only operation
L303-865	D	40	40	off	90	90	12	Dual Lighting operation, according to FAA standards
L303-866		60	60	60	135	135	60	Standard configuration
L303-866	d	60	60	off	135	135	12	Day time only operation
L303-866	n	off	off	60	12	12	60	Night time only operation
L303-866	D	60	60	off	135	135	12	Dual Lighting operation, according to FAA standards
	EMC							Additional EMC protection



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

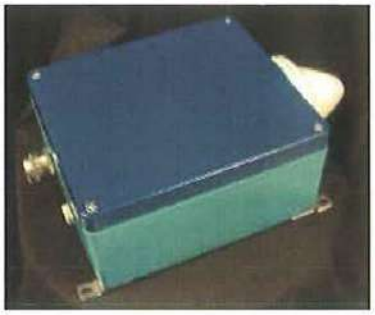
orga

GPS SYNCHRONISER UNIT, GPS020

DATASHEET

Key features

- Multiple system flash character synchroniser for use with Orga
- Medium Intensity Obstruction Light Systems
- Very Low power consumption
- Power supply from Orga CIP200 controller
- Standard (GPS010) and offshore (GPS020) versions available
- Easy to install
- Single cable connection to CIP controller
- Internal LED status indicators



Specifications

- ICAO Annex 14 Volume 1. Third Edition July 1999 chapter 6
- Federal Aviation Authority AC 70/7460-1K and AC 150/5345-43E

Function

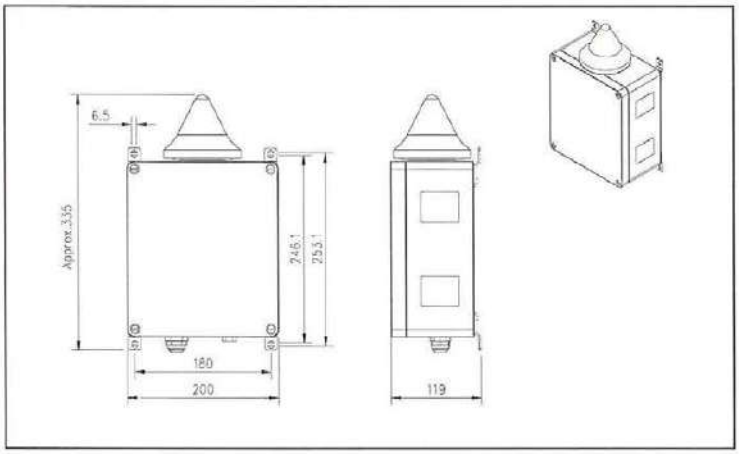
- Uses GPS system to provide synchronising time signal to Orga CIP based control systems so that all lights connected to a CIP/GPS controller flash in unison

Electrical characteristics

- Power consumption < 10VA at 7Vdc from CIP200 controller

Mechanical characteristics

- Standard GPS020 version has painted aluminium alloy enclosure and external antenna
- IP66 Degree of Ingress Protection
- Operating temperature range -40...+55 °C
- GPS020 dimensions 335 x 200 x 119 mm incl. antenna: 3kg



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CIP200 OBSTRUCTION LIGHT SYSTEM CONTROLLER

Key features

- Comprehensive system control and monitoring device in an easy to install compact unit
- Connect Orga L1000-xxx high intensity lights, L303-8xx & L350-xxx medium intensity lights and MLM26 marker light monitoring units (for use with AOL11/12, L101 & L810 type low intensity lights) to a single CIP200 control unit for optimum system design
- Low power consumption
- Orga Strobeline™ cable wiring system configuration combines power and control wires into a single protected cable
- Interaction with clients system using optional IOM2409 I/O interface module
- Optional internal modem (using either telephone line or GSM service) to allow remote support and service from Orga
- LCD information screen and keyboard
- Reduced light intensity steps options available

Standards

- Federal Aviation Authority AC 70/7460-1K and AC 150/5345-43E
- ICAO Annex 14 Volume 1 Third Edition July 1999 Chapter 6

Function

- System controller and monitor for Orga High, Medium and Low Intensity Obstacle Lights
- System wide intensity step control (day/twilight/night)
- System wide flash character synchronisation
- Remote monitoring outputs for system status (light fail, marker alarm, photocell status, external horn connection, power supply status)
- Optional remote monitoring output for system status (general system alarm)
- Remote (client) system input for remote fail/alarm accept signal
- LCD information screen giving system status and details of all fault and alarm conditions
- System status indication multi colour LED (green-normal operation; yellow–alarm; red–fail)
- Optional no-wire multiple system flash character synchronisation using optional GPS020
- Different software options for use in complex systems

Electrical characteristics

- 100 - 240 V_{AC} 50/60 Hz operating voltage
- Power consumption < 10W
- Two stage over voltage protection
- Complies with generic EMI (EN 50082-2 part 2) and EMC (EN 50081-2 part 2) RF immunity and emission standards.

Physical characteristics

- AlSi12 alloy painted body
- IP65 Degree of Ingress Protection (by design)
- EMC type of cable glands
- Breather on the bottom side of the enclosure
- Operating temperature range -20°C to +55°C
- Optional enclosure with heater (20W) for ambient temperatures -40°C to -20°C
- Size: 404 x 313 x 119 mm
- Mounting holes at 456 x 262 mm
- Weight (excluding packaging) 6 kg
- Shipping dimensions: 500 x 450 x 200 mm / 8 kg

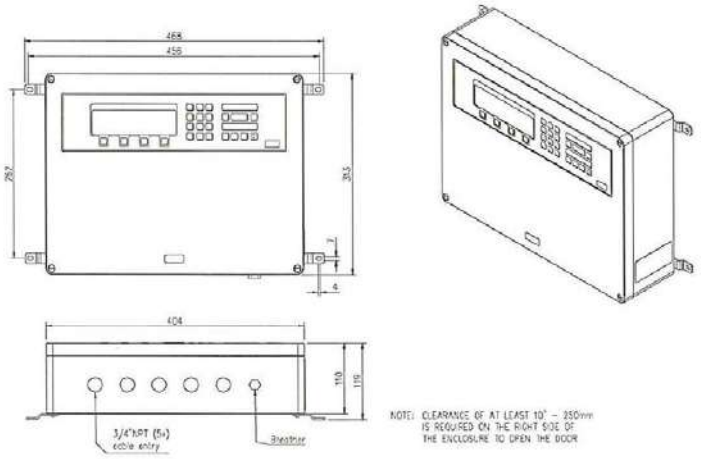
System Design

Use the CIP200 controller in obstacle light systems with:

- Orga L1000-xxx high intensity lights
- Orga L303-8xx and L350-xxx medium intensity lights
- Orga MLM26 marker light monitoring unit (for control and monitoring of AOL11/12, L101, L810 low intensity lights)
- Orga Strobeline™ cable
- Orga GPS020 multiple system synchronisers

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

Type numbering		Additional information	
CIP200	Extension	Power consumption (W)	Comment
CIP200		<10W (continuous)	Standard configuration
CIP200	G	<10W (continuous)	Standard configuration including GPS synchronisation facility (requires Orga GPS020 synchroniser)
CIP200	I	<10W (continuous)	Standard configuration including I/O board for additional input (6) / output (6) contacts
CIP200	IG	<10W (continuous)	Standard configuration including I/O board for additional input (6) / output (6) contacts and GPS synchronisation facility (requires Orga GPS020 synchroniser)



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

5. SOLUCIÓN PROPUESTA

Según la GUÍA DE SEÑALAMIENTO E ILUMINACIÓN DE TURBINAS Y PARQUES EÓLICOS, por ser la altura del aerogenerador 189,5 m, por defecto, en todos los casos se debe disponer de un sistema Dual Media A / Media B.

En el supuesto de que otras Administraciones en el ejercicio de sus competencias, consideren que la solución descrita en el párrafo anterior pueda plantear afecciones medioambientales significativas, la Agencia Estatal admitirá la utilización de un Sistema Dual Media A / Media C en lugar del anteriormente citado Sistema Dual Media A / Media B, siempre que la referida Administración así lo comunique al interesado razonadamente y por escrito.

Para el supuesto planteado en el párrafo anterior, será dentro de la Declaración de Impacto Ambiental, donde el organismo competente de la Comunidad Autónoma podrá proponer la solución alternativa de balizamiento (Dual Media A / Media C), siempre que se justifique debidamente por razones de impacto sobre el entorno.

Por ello se propone balizar los aerogeneradores con sistema Dual Media A/Media C, siempre que la autorización ambiental no determine lo contrario.

La iluminación se instalará en todos los casos en la parte superior de la góndola del aerogenerador.

Los aerogeneradores cuya altura sea igual o inferior a los 150 m, no requerirán de luces adicionales intermedias en su torre, en nuestro caso al ser superior será necesario la utilización de luces intermedias para su correcta señalización.

Las características de las luces de balizamiento cumplirán las condiciones marcadas por el RD 862 / 2009, de 14 de junio, “Normas Técnicas de Diseño y Operación de Aeródromos de Uso Público”; Capítulo 6; Tabla 6.3.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B56C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

6. MEDIDAS ADICIONALES DE ILUMINACIÓN

En referencia a la Resolución emitida a fecha de 7 de junio de 2021 del Director General de Energía y Minas de supresión de la iluminación externa de la puerta de los aerogeneradores de las instalaciones de producción de energía eólica en la Comunidad Autónoma de Aragón, se establecerán las medidas adicionales de protección ambiental necesarias consistentes en suprimir o cancelar los puntos de luz blanca situados junto a la puerta de acceso de los aerogeneradores, así como cualquier otro punto de iluminación fija exterior que no resulte imprescindible en las instalaciones por motivos de seguridad, durante la fase de explotación.

Se exceptúa expresamente de estas medidas las luces de gálibo o balizamiento establecidas en la legislación de aplicación contempladas en esta memoria

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

CAPITULO 7. PLANOS

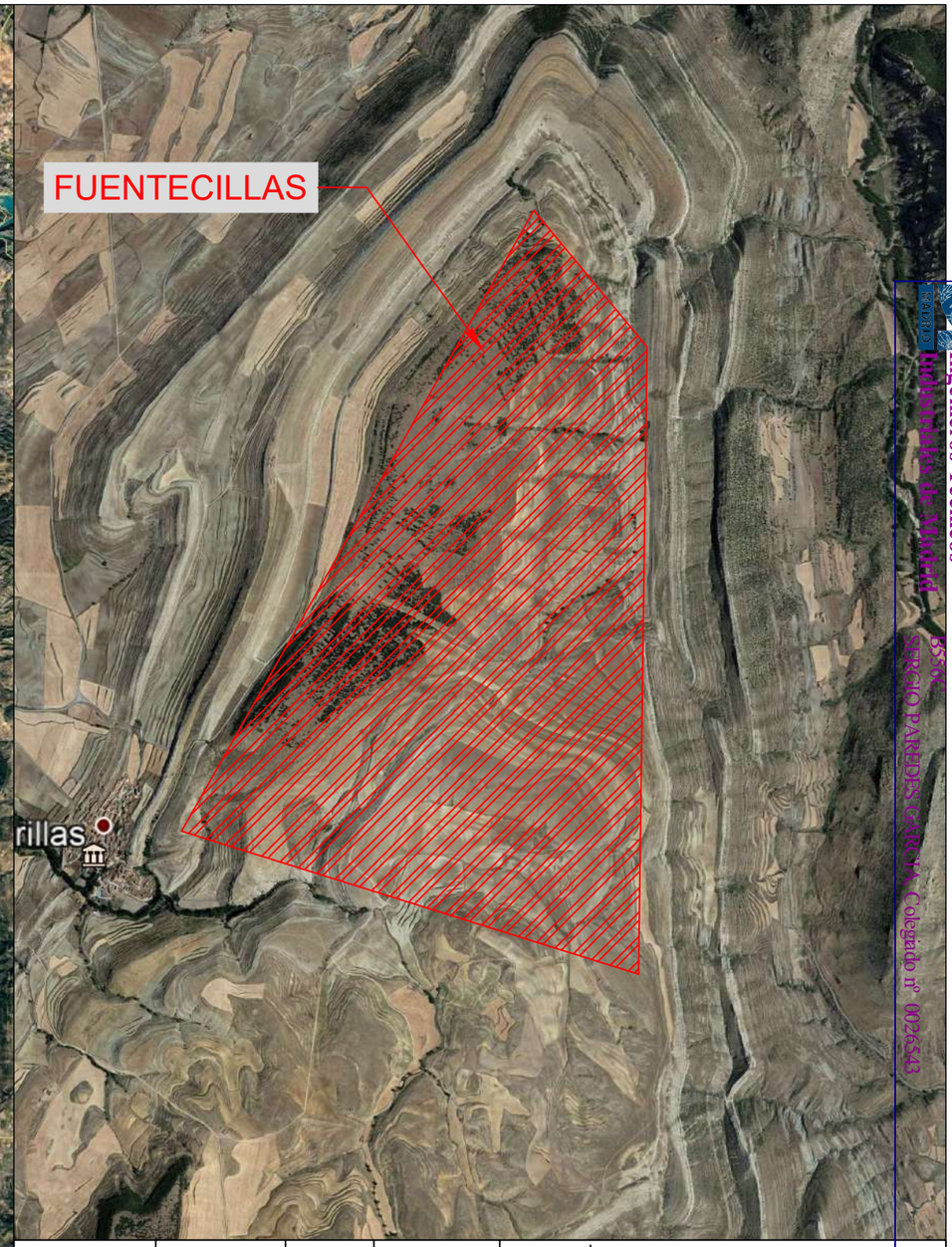
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

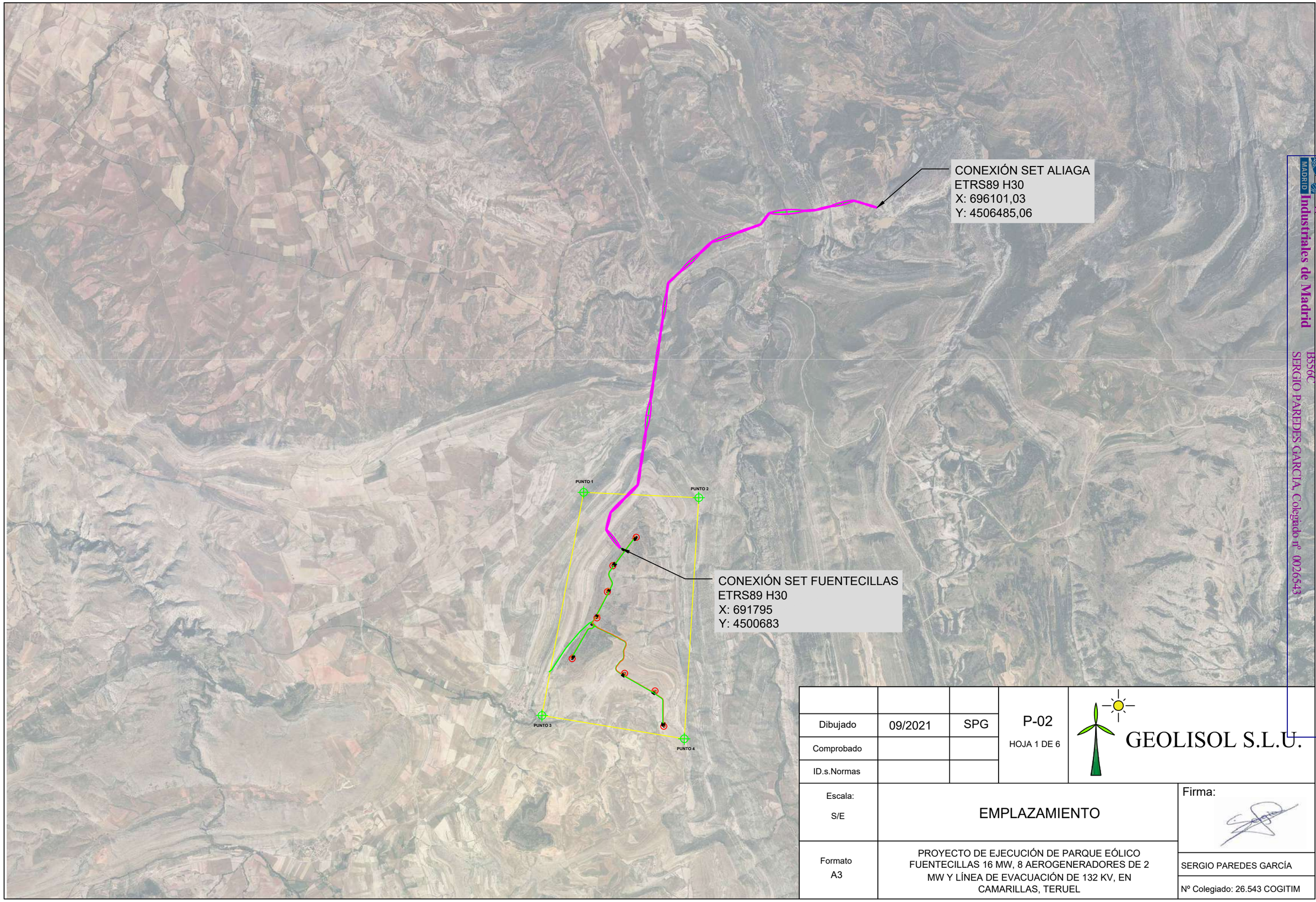
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento FV12854884-B556C

SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543



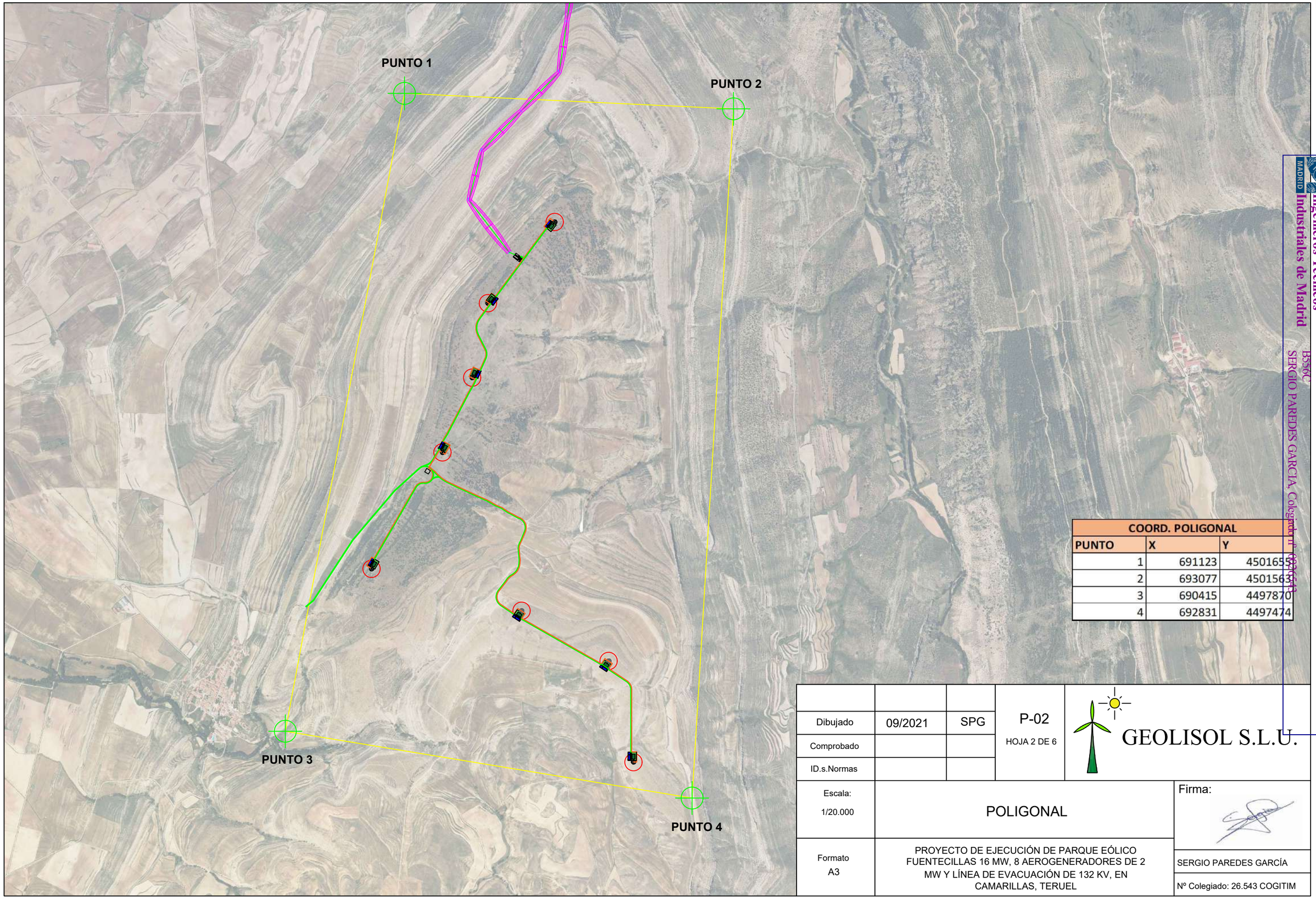
Dibujado	09/2021	SPG	P-01 HOJA 1 DE 1	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	PLANTA DE SITUACIÓN			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 21093530/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.colegioindustriales.es
SERGIO PAREDES GARCÍA, Colegiado nº 0026543
VISADO



Dibujado	09/2021	SPG	P-02 HOJA 1 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	EMPLAZAMIENTO			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

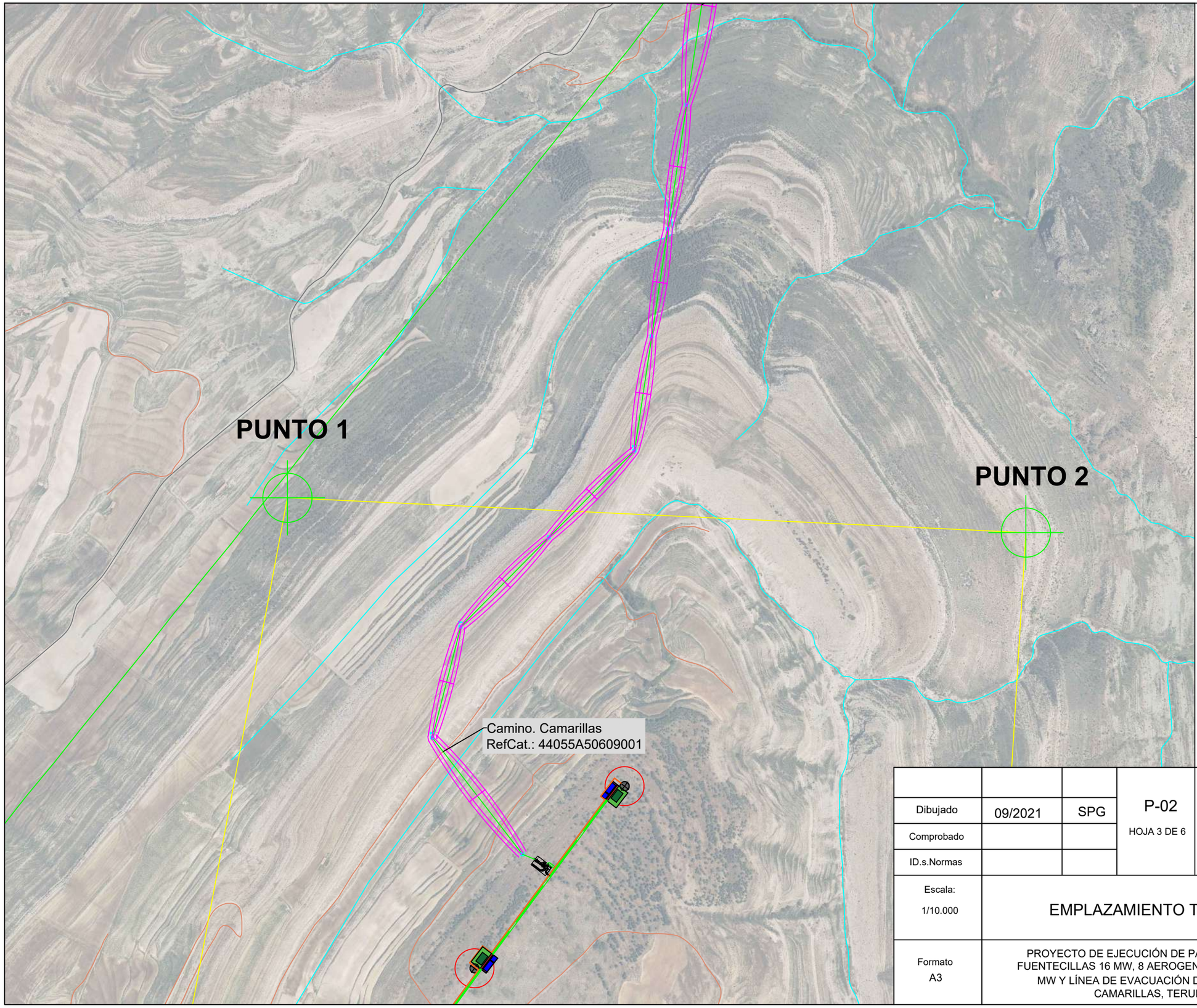
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Para validar este documento: B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

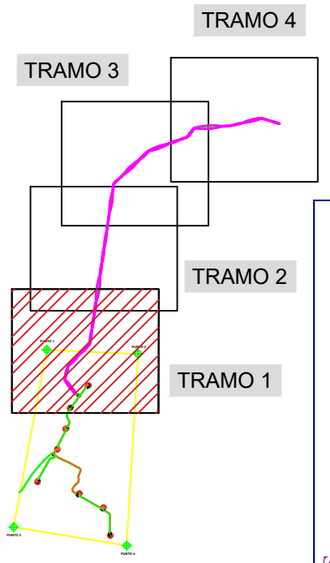


COORD. POLIGONAL		
PUNTO	X	Y
1	691123	4501655
2	693077	4501563
3	690415	4497870
4	692831	4497474

Dibujado	09/2021	SPG	P-02 HOJA 2 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/20.000	POLIGONAL			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en www.colegioindustriales.es/validar
B56GC
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 002648
VISADO

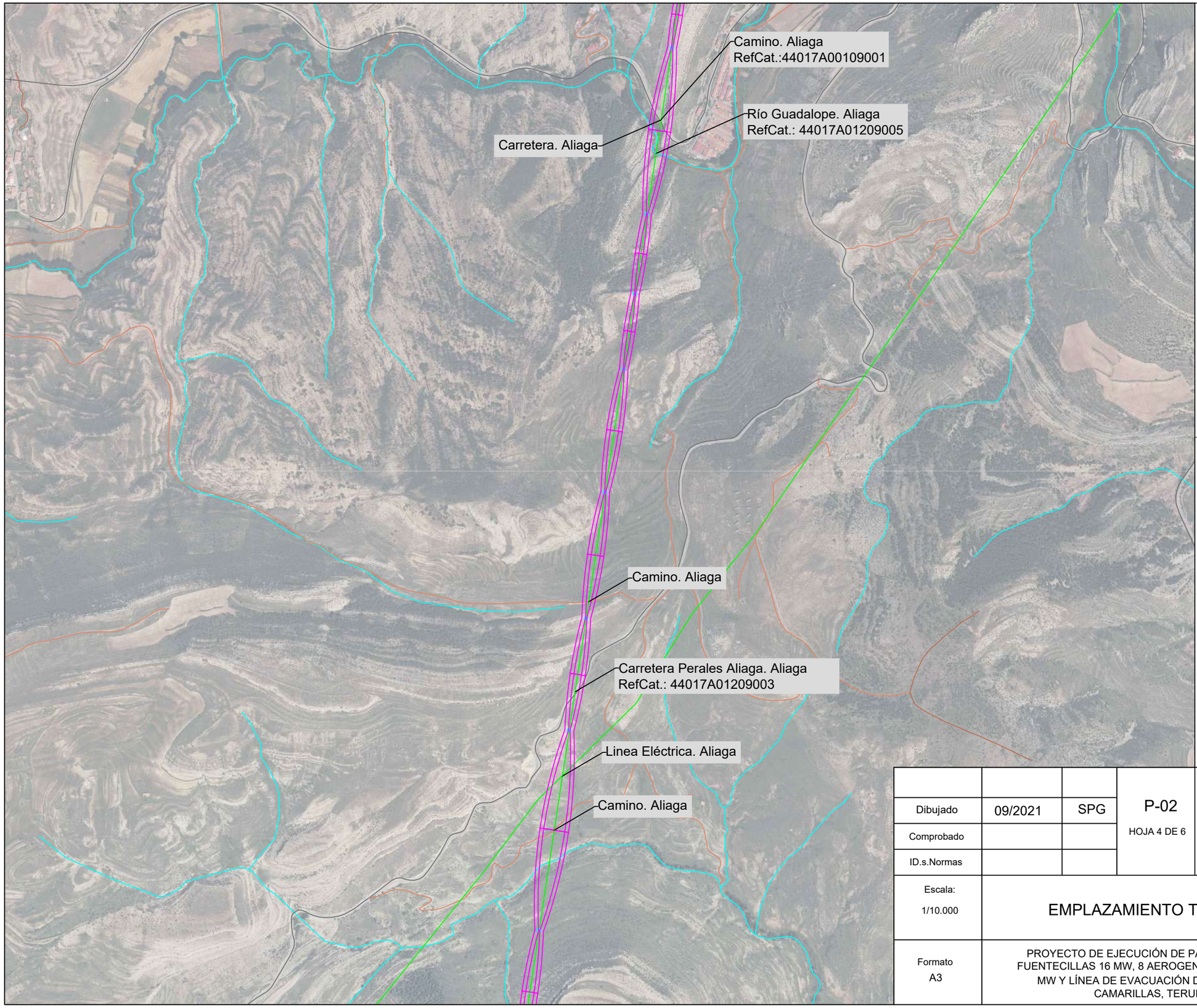


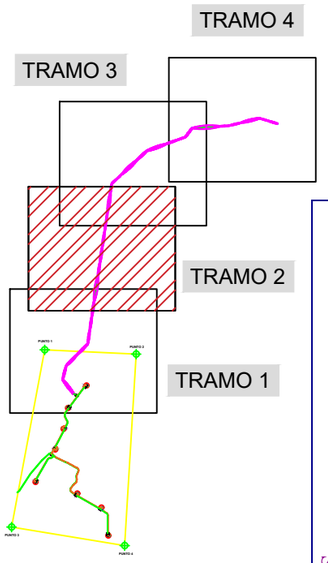


LEYENDA	
	LÍMITE TERMINO MUNICIPAL
	LÍNEA SUBTERRÁNEA
	LÍNEA AÉREA FUENTECILLAS
	RÍOS Y ARROYOS
	CARRETERAS
	CAMINO
	VÍA PECUARIA
	LÍNEA ELÉCTRICA

Dibujado	09/2021	SPG	P-02 HOJA 3 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 1			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.colegioingenieros.es
VISADO

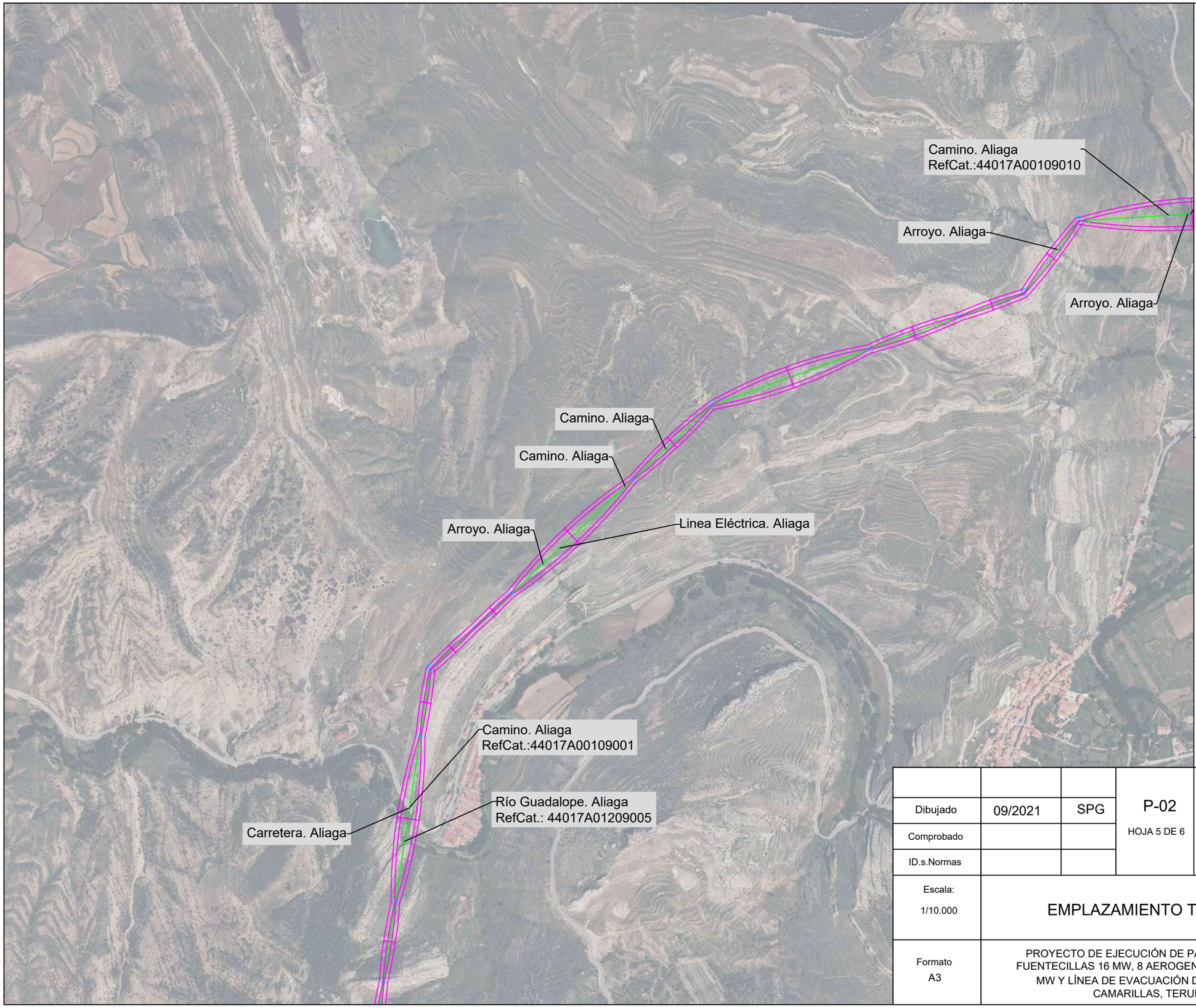


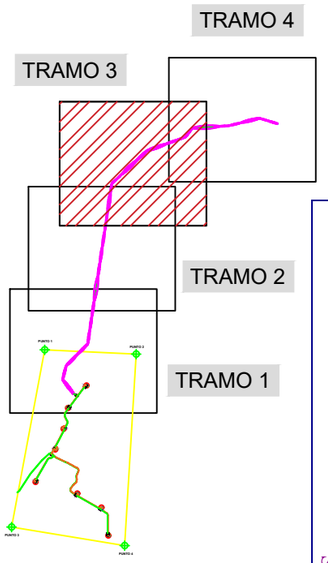


LEYENDA	
	LÍMITE TERMINO MUNICIPAL
	LÍNEA SUBTERRÁNEA
	LÍNEA AÉREA FUENTECILLAS
	RÍOS Y ARROYOS
	CARRETERAS
	CAMINO
	VÍA PECUARIA
	LÍNEA ELÉCTRICA

Dibujado	09/2021	SPG	P-02 HOJA 4 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 2			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
Documento registrado con el número: 21093501 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.colegioingenieros.es
VISADO

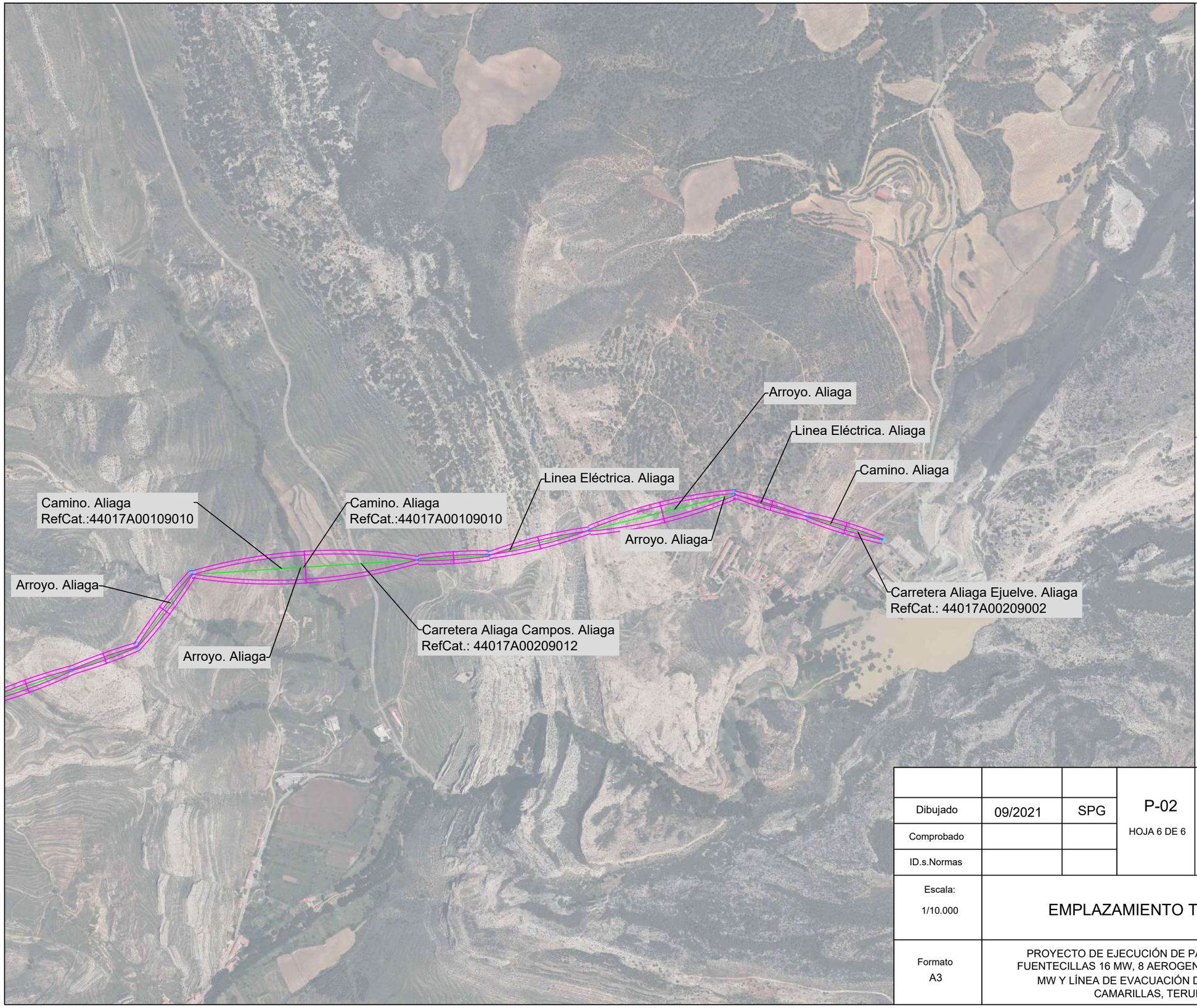


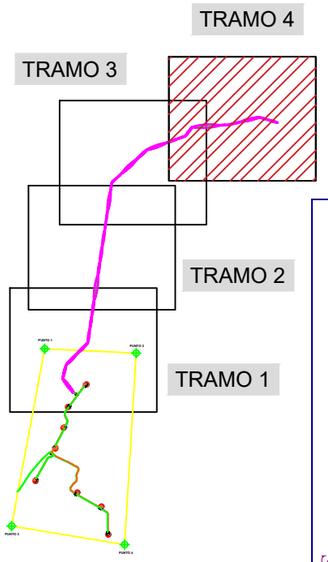


LEYENDA	
	LÍMITE TERMINO MUNICIPAL
	LÍNEA SUBTERRÁNEA
	LÍNEA AÉREA FUENTECILLAS
	RÍOS Y ARROYOS
	CARRETERAS
	CAMINO
	VÍA PECUARIA
	LÍNEA ELÉCTRICA

Dibujado	09/2021	SPG	P-02 HOJA 5 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 3			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21093501/01 el día 30/09/2021 Bajo la validez del documento EXVDS5382
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

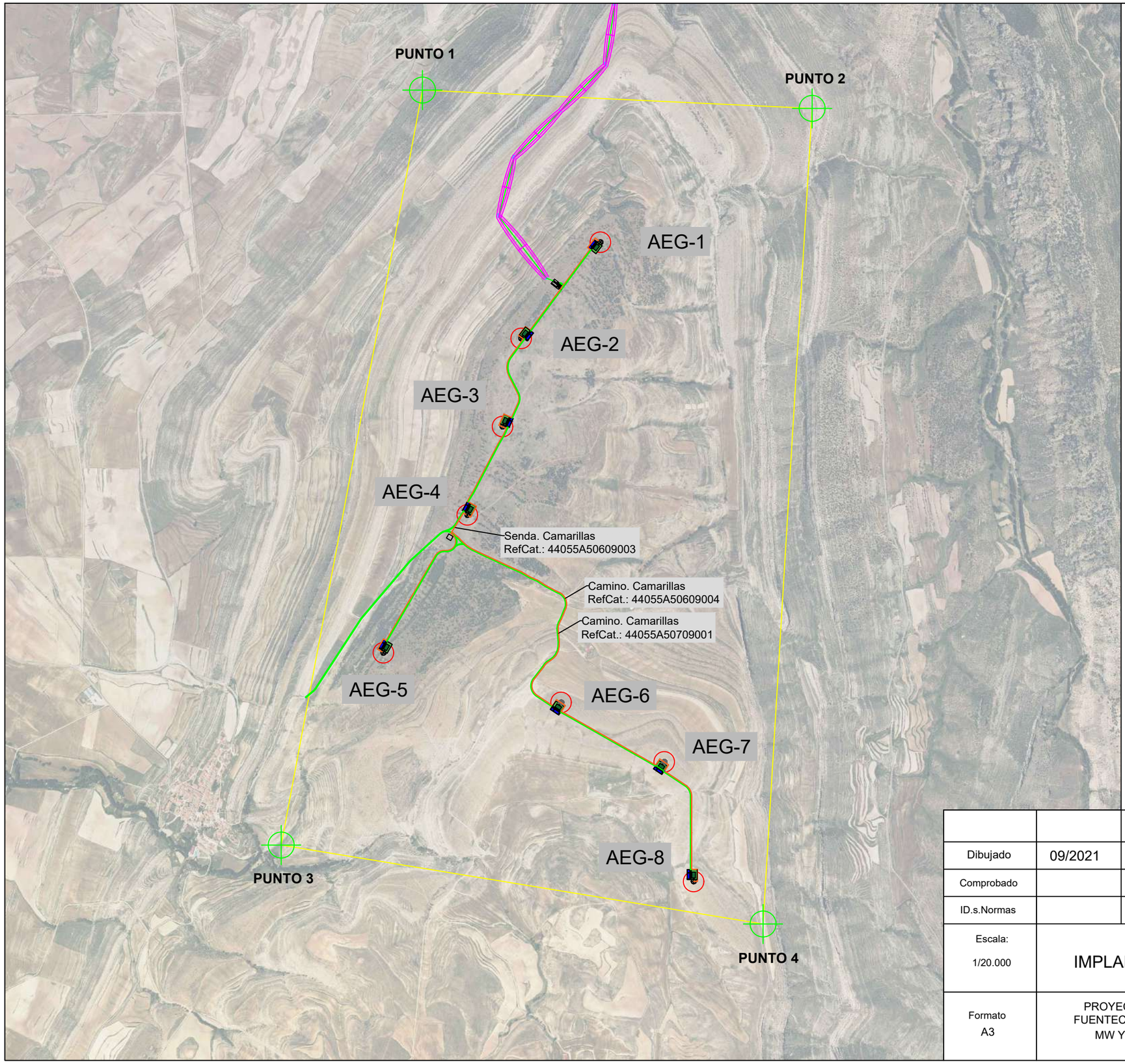




LEYENDA	
	LÍMITE TERMINO MUNICIPAL
	LÍNEA SUBTERRÁNEA
	LÍNEA AÉREA FUENTECILLAS
	RÍOS Y ARROYOS
	CARRETERAS
	CAMINO
	VÍA PECUARIA
	LÍNEA ELÉCTRICA

Dibujado	09/2021	SPG	P-02 HOJA 6 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 4			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.coitimadrid.es
VISADO



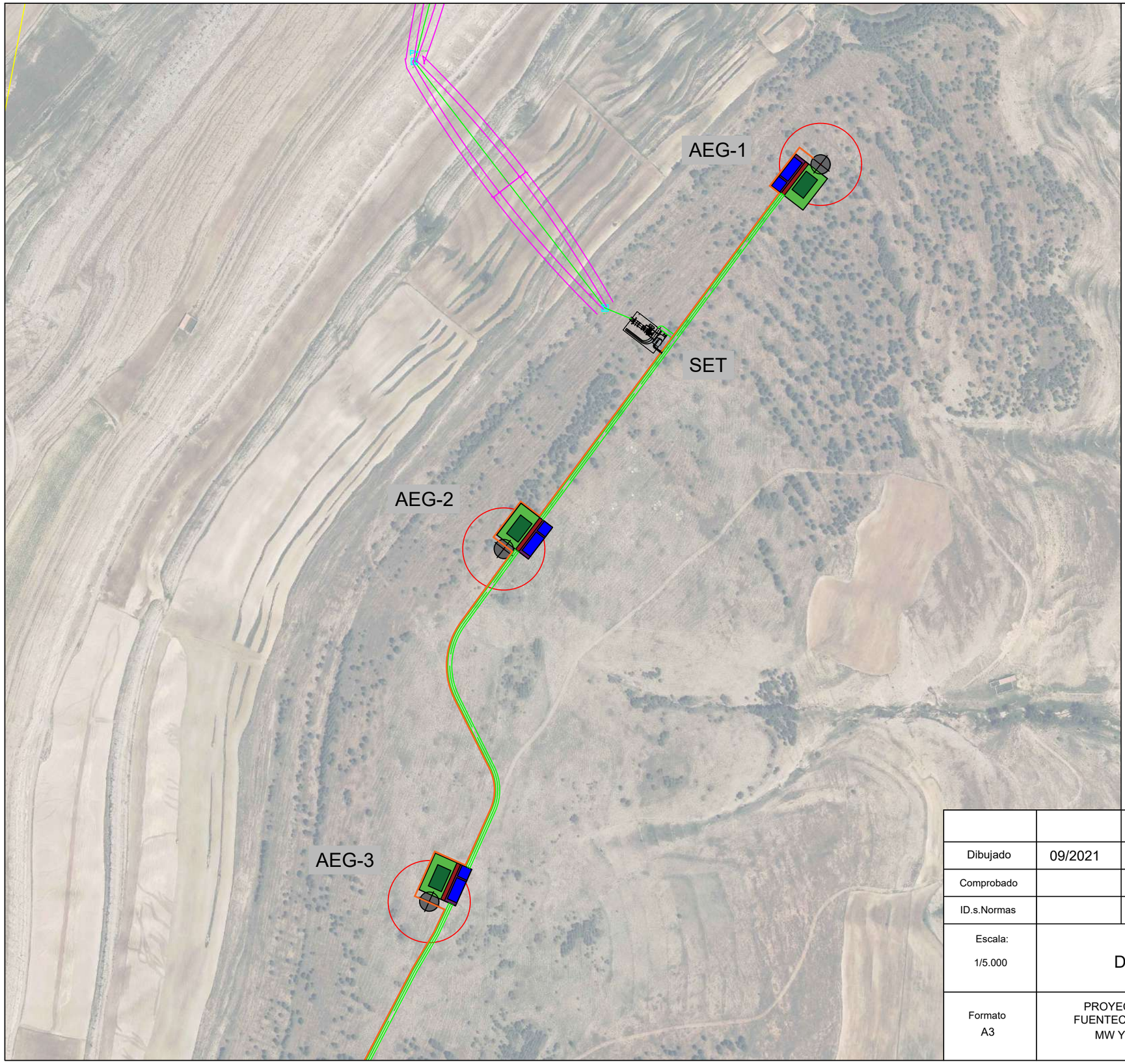
P. E. FUENTECILLAS			
TT. MM.	CAMARILLAS		
POLÍGONO	506	507	518
PARCELA	5311	5332, 5327	5360
POTENCIA NOMINAL	16 MW		
AEROGENERADORES	8		
MODELO	E-103 EP2		
DIÁMETRO	103 m		
ALTURA A CENTRO	138 m		
SUBESTACIÓN	1 unidad		

COORD ERTS89 IMPLANTACIÓN AEROGENERADORES		
AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-1	692015	4500892
AEG-2	691618	4500410
AEG-3	691524	4499968
AEG-4	691348	4499525
AEG-5	690927	4498834
AEG-6	691818	4498585
AEG-7	692335	4498287
AEG-8	692482	4497687
SET	691795	4500683

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	SUBESTACIÓN ELEVADORA

Dibujado	09/2021	SPG	P-03 HOJA 1 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/20.000	IMPLANTACIÓN GENERAL PARQUE			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21093501 el día
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO



AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-1	692015	4500892

AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-2	691618	4500410

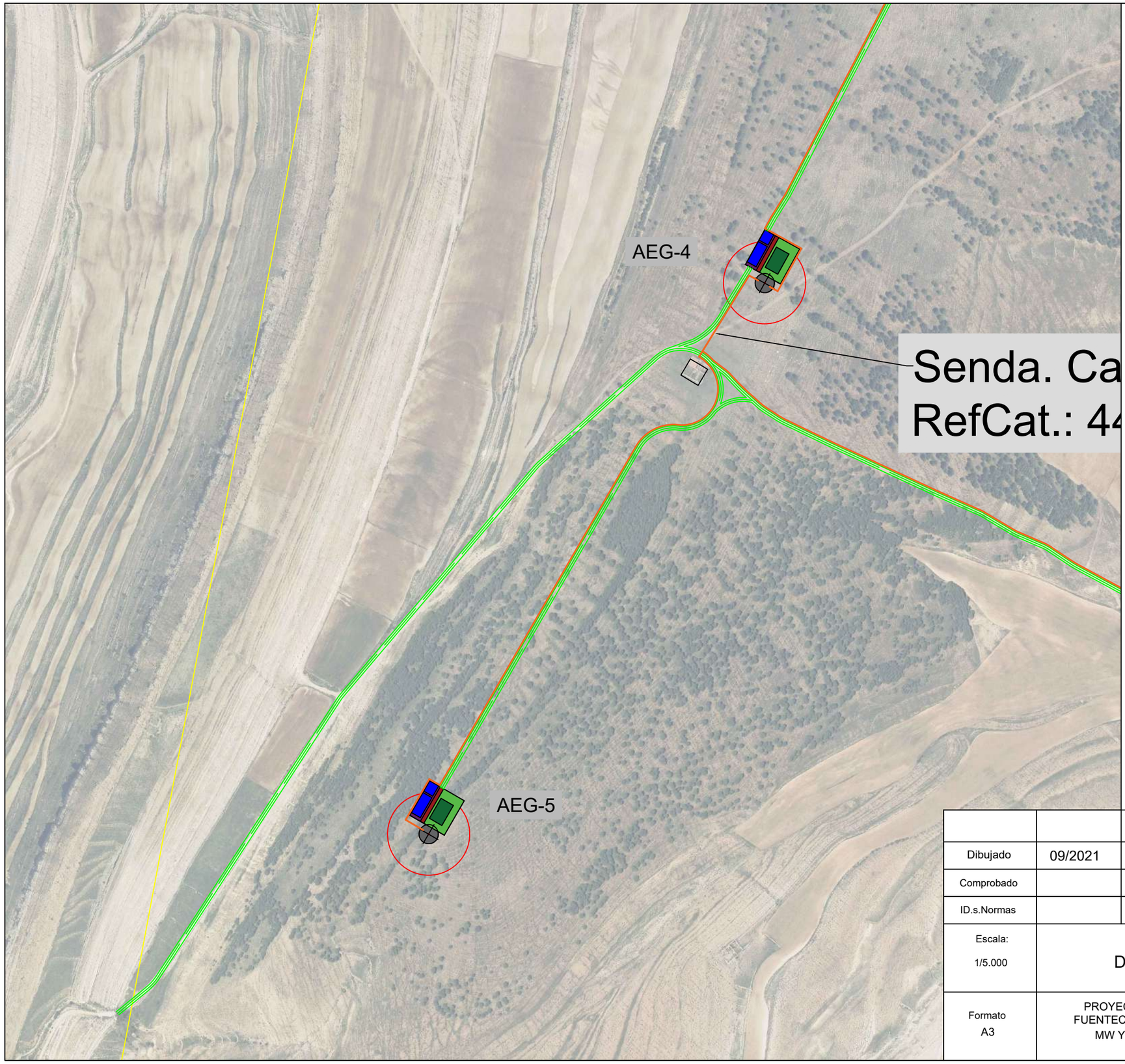
AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-3	691524	4499968

ELEMENTO	UTM-X	UTM-Y
SET	691795	4500683

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	SUBESTACIÓN ELEVADORA

Dibujado	09/2021	SPG	P-03 HOJA 2 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/5.000	DETALLE IMPLANTACIÓN			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21093550/01 el día 30/09/2021. Puede validar otros documentos en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO



AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-4	691348	4499525

AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-5	690927	4498834

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Dibujado	09/2021	SPG	P-03 HOJA 3 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/5.000	DETALLE IMPLANTACIÓN			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21093501 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-6	691818	4498585

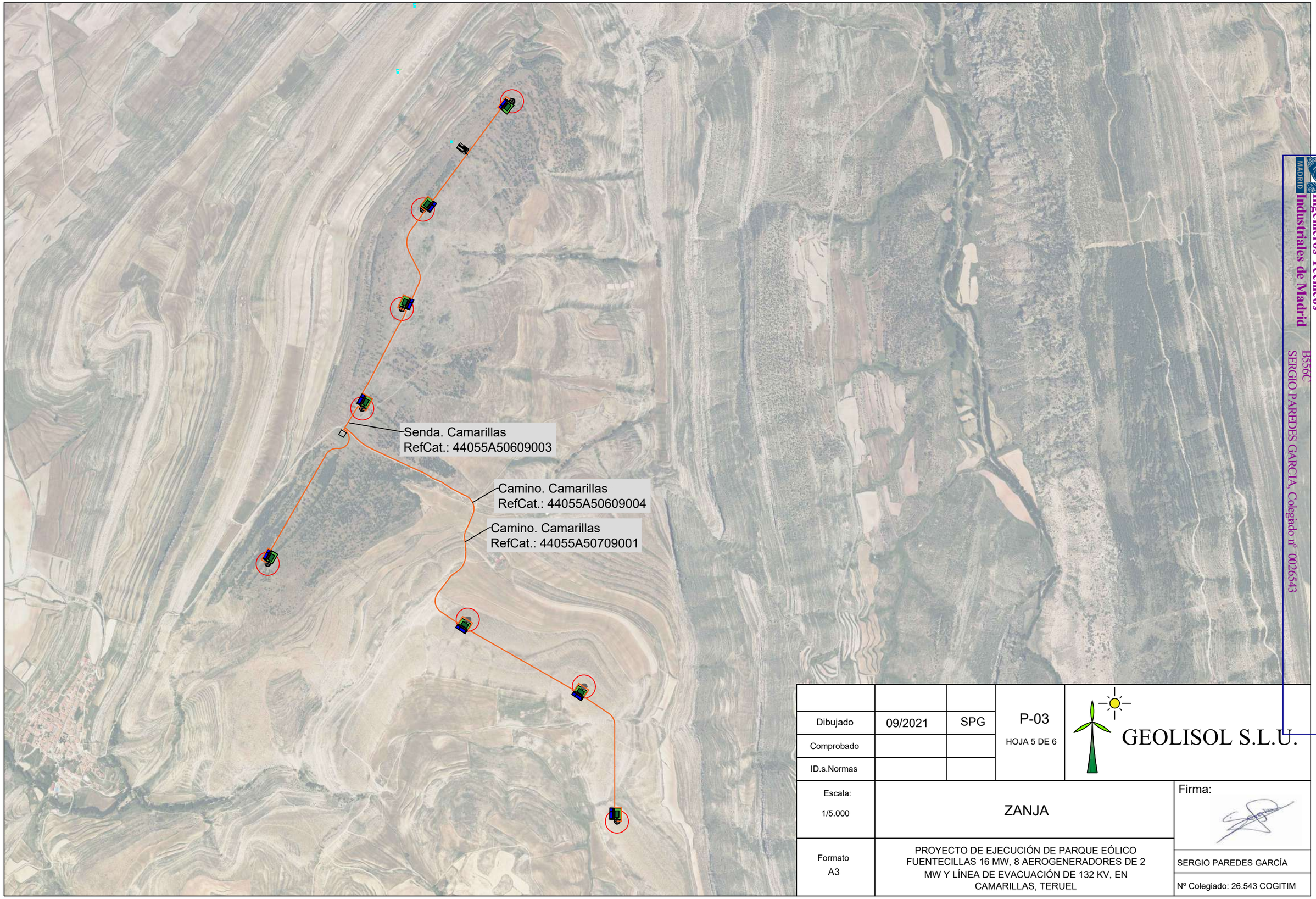
AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-7	692335	4498287

AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-8	692482	4497687

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO

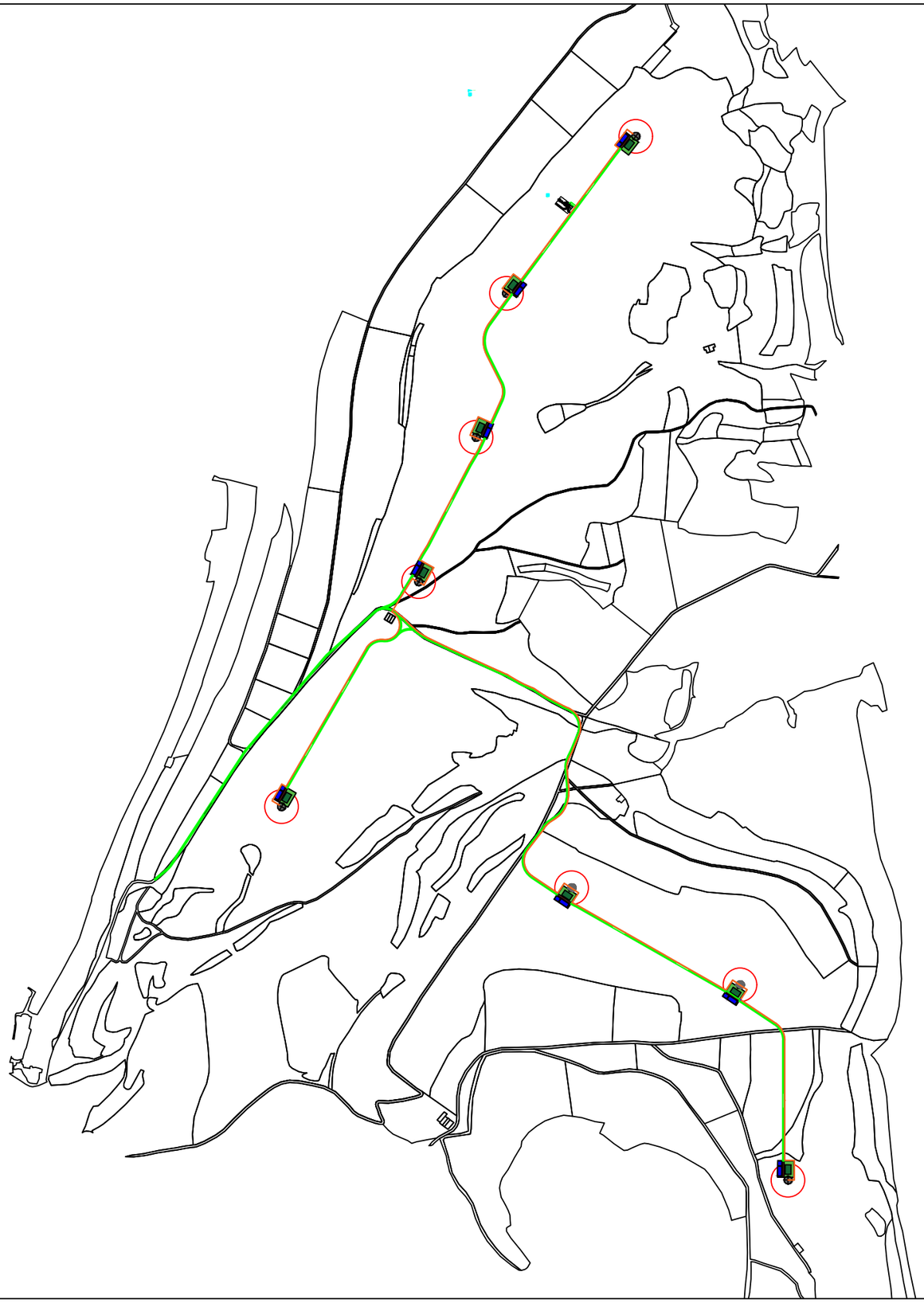
Dibujado	09/2021	SPG	P-03 HOJA 4 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/5.000	DETALLE IMPLANTACIÓN			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO



			P-03 HOJA 5 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2021	SPG		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/5.000	ZANJA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

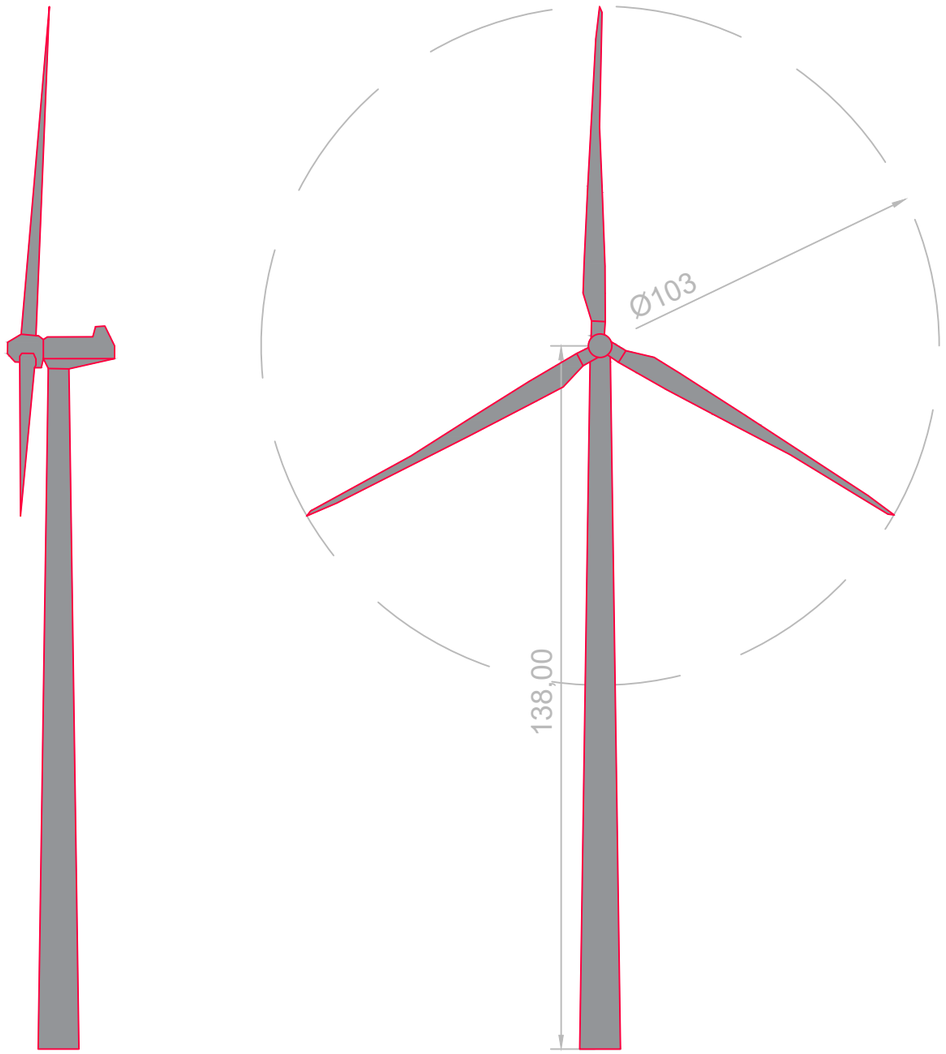
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en www.coitimadrid.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

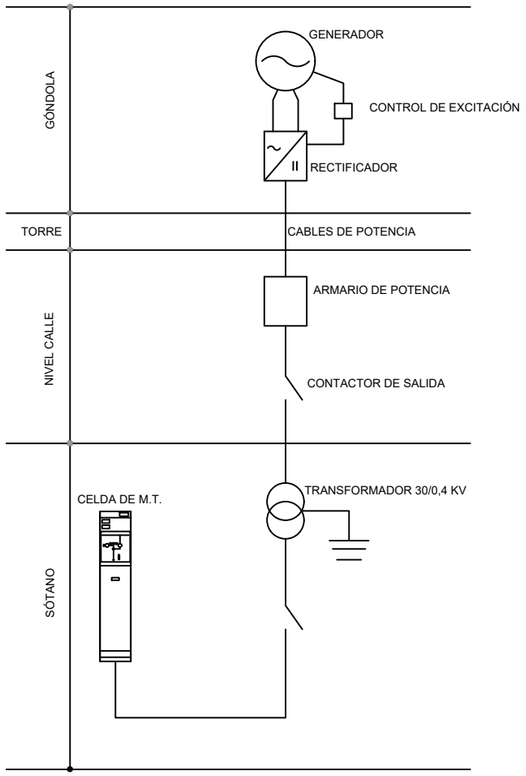


PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS												
NÚMERO AFECCIÓN		DATOS PARCELA					MEDICIÓN DE AFECCIONES					
							PLATAFORMAS		VUELOS		VIALES	
	Provincia	Termino Municipal	Polígono	Parcela	Ref Catastral	Area (m²)	Nº Turbina	Sup. Afectada (m²)	Nº Turbina	Sup. Afectada (m²)	Sup. Afectada (m²)	Sup. Afectada (m²)
1	TERUEL	CAMARILLAS	506	5311	44055A50605311	1033682	1,2,3,4	9998,91	1,2,3,4	31445,8	8600,86	1887,[illegible]
2	TERUEL	CAMARILLAS	507	5327	44055A50705327	466202	6,7	4999,42	6,7	16649,24	4959,41	1209,[illegible]
3	TERUEL	CAMARILLAS	507	5332	44055A50705332	514216	5	2499,77	5	8324,71	4845,28	815,[illegible]
4	TERUEL	CAMARILLAS	518	5360	44055A51805360	249242	8	2499,72	8	8324,59	127,39	131,47
5	TERUEL	CAMARILLAS	506	5330	44055A50605330	59154		0	4	1488,34	0	37,6[illegible]
6	TERUEL	CAMARILLAS	506	9003	44055A50609003	8222		0		364,48	68,83	7,44
7	TERUEL	CAMARILLAS	506	11	44055A50600011	15230		0		0	1,64	0
8	TERUEL	CAMARILLAS	506	12	44055A50600012	10607		0		0	372,31	0
9	TERUEL	CAMARILLAS	506	13	44055A50600013	8489		0		0	288,25	0
10	TERUEL	CAMARILLAS	506	14	44055A50600014	120264		0		0	653,91	0
11	TERUEL	CAMARILLAS	506	5307	44055A50605307	46218		0		0	22,23	491,62
12	TERUEL	CAMARILLAS	507	1	44055A50700001	94666		0		0	286,26	4,54
13	TERUEL	CAMARILLAS	507	6	44055A50700006	109275		0		0	548,3	11[illegible],54
14	TERUEL	CAMARILLAS	507	5325	44055A50705325	6386		0		0	62,13	2[illegible],11
15	TERUEL	CAMARILLAS	507	5328	44055A50705328	523227		0		0	130,9	[illegible],79
16	TERUEL	CAMARILLAS	507	5329	44055A50705329	895		0		0	144,43	2[illegible],54
17	TERUEL	CAMARILLAS	507	5330	44055A50705330	5889		0		0	215,96	40,3
18	TERUEL	CAMARILLAS	508	16	44055A50800016	6030		0		0	191,52	
19	TERUEL	CAMARILLAS	508	17	44055A50800017	13758		0		0	637,94	
20	TERUEL	CAMARILLAS	508	18	44055A50800018	5731		0		0	36,88	
21	TERUEL	CAMARILLAS	518	5118	44055A51805118	13741		0		0	234,06	[illegible],8
22	TERUEL	CAMARILLAS	518	5175	44055A51805175	61908		0		0	1764,29	3[illegible],2
23	TERUEL	CAMARILLAS	506	9001	44055A50609001	13172		0		0	122,47	
24	TERUEL	CAMARILLAS	506	9004	44055A50609004	16025		0		0	4538,38	153,18
25	TERUEL	CAMARILLAS	507	9001	44055A50709001	17233		0		0	726,11	13[illegible],76
26	TERUEL	CAMARILLAS	507	9002	44055A50709002	10106		0		0	43,4	[illegible],3
27	TERUEL	CAMARILLAS	507	9003	44055A50709003	6222		0		0	42,36	[illegible],42
28	TERUEL	CAMARILLAS	508	9001	44055A50809001	3915		0		0	91,88	

Dibujado	09/2021	SPG	P-03 HOJA 6 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/20.000	PARCELARIO PARQUE			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
B3566C
SERGIO PAREDES GARRIDO
Colegiado nº 0026543
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.coitimadrid.com
VISADO

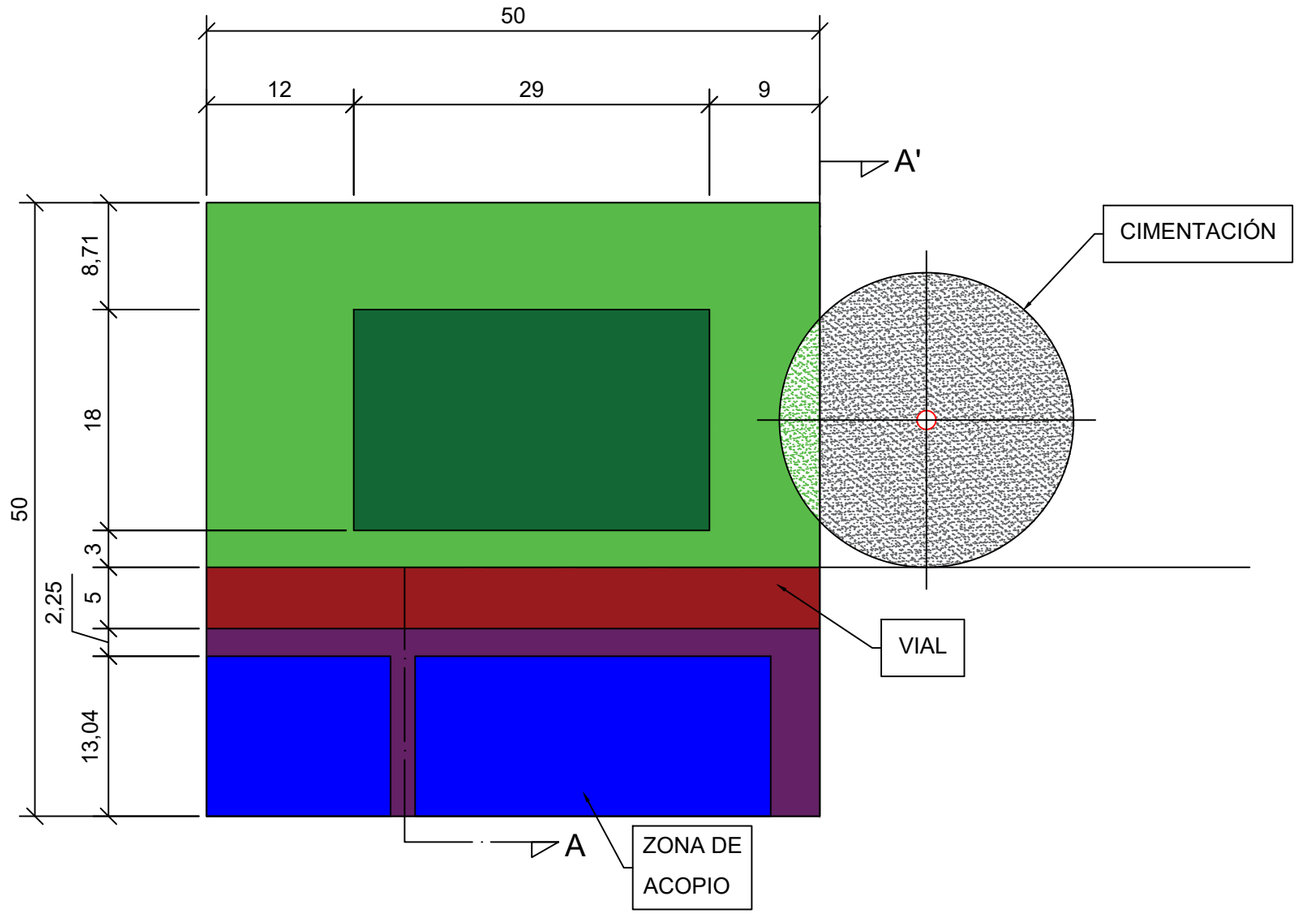




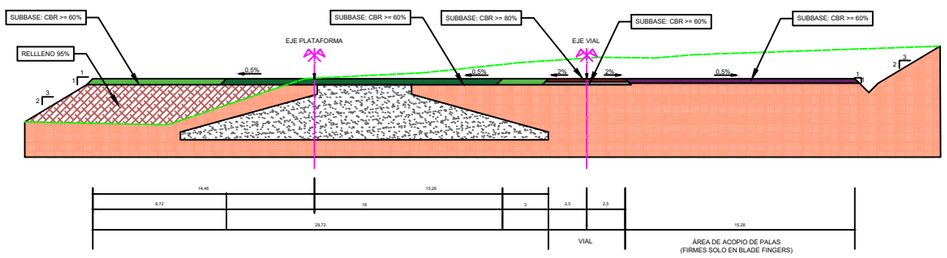
Dibujado	09/2021	SPG	P-04 HOJA 1 DE 4	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ALZADO AEROGENERADOR			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.coitimadrid.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PLANTA 1/500



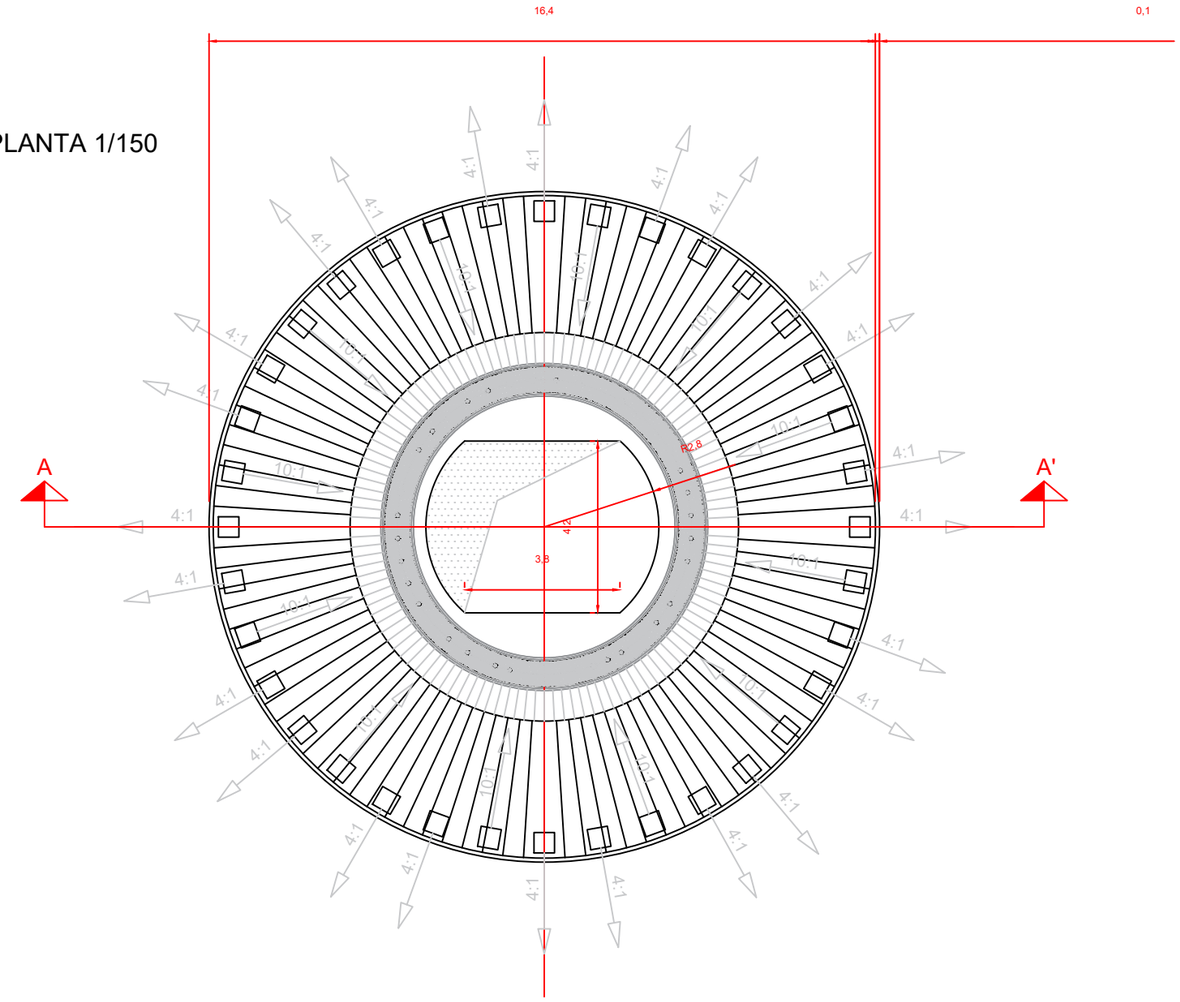
SECCIÓN A-A' 1/400



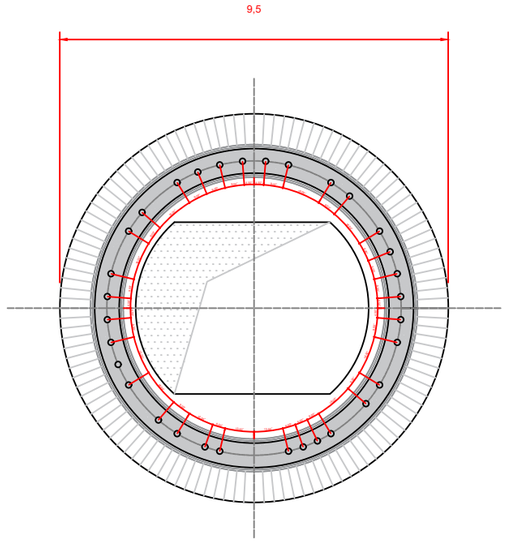
			P-04 HOJA 2 DE 4	GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2021	SPG		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	CIMENTACIÓN PLATAFORMAS			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en www.colegioingenieros.es con el CSV: B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

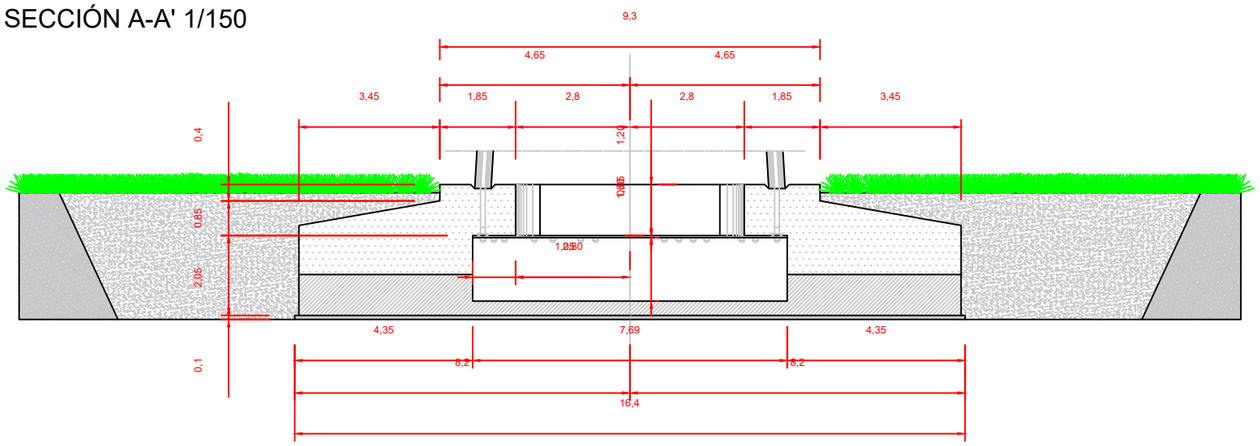
PLANTA 1/150



PLANTA BASE 1/150



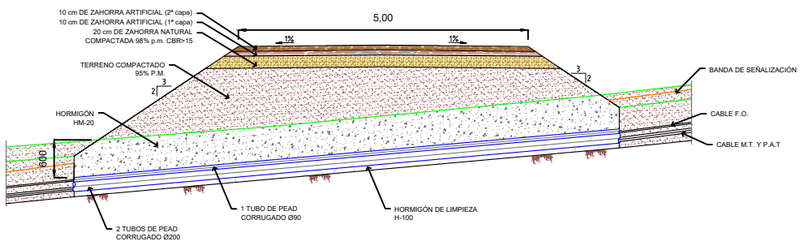
SECCIÓN A-A' 1/150



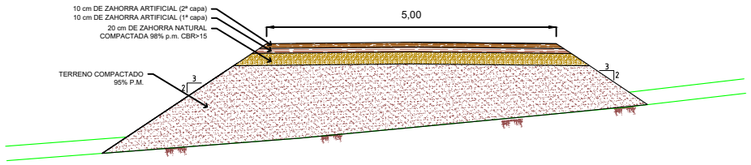
			P-04 HOJA 3 DE 4	GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2021	SPG		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	CIMENTACIÓN AEROGENERADOR			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en: https://www.cgitimadrid.es/validar-documento
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

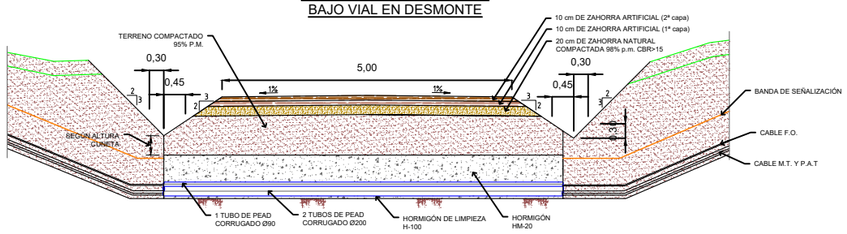
SECCIÓN TIPO PASO ZANJA BAJO VIAL EN TERRAPLÉN



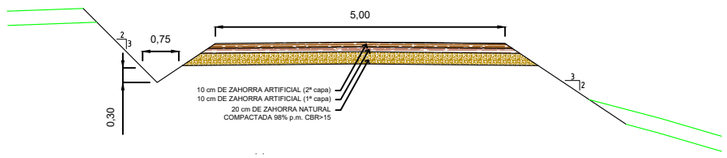
SECCIÓN TIPO VIAL EN TRERRAPLÉN



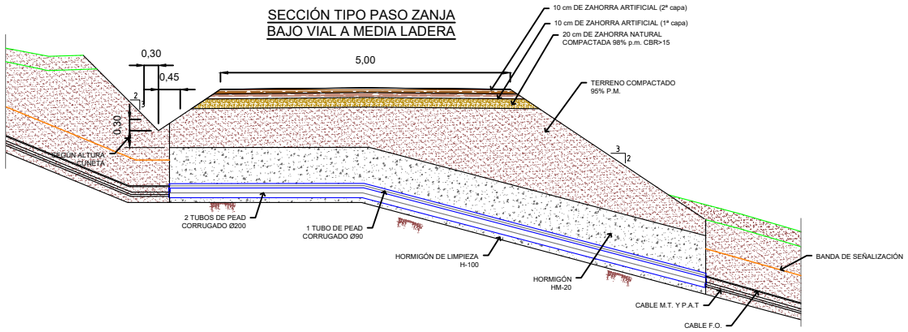
SECCIÓN TIPO PASO ZANJA BAJO VIAL EN DESMONTE



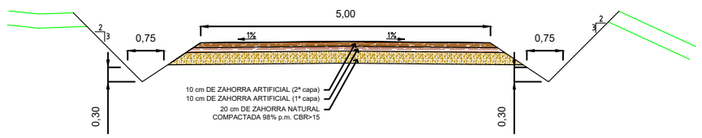
SECCIÓN TIPO VIALES A MEDIA LADERA



SECCIÓN TIPO PASO ZANJA BAJO VIAL A MEDIA LADERA

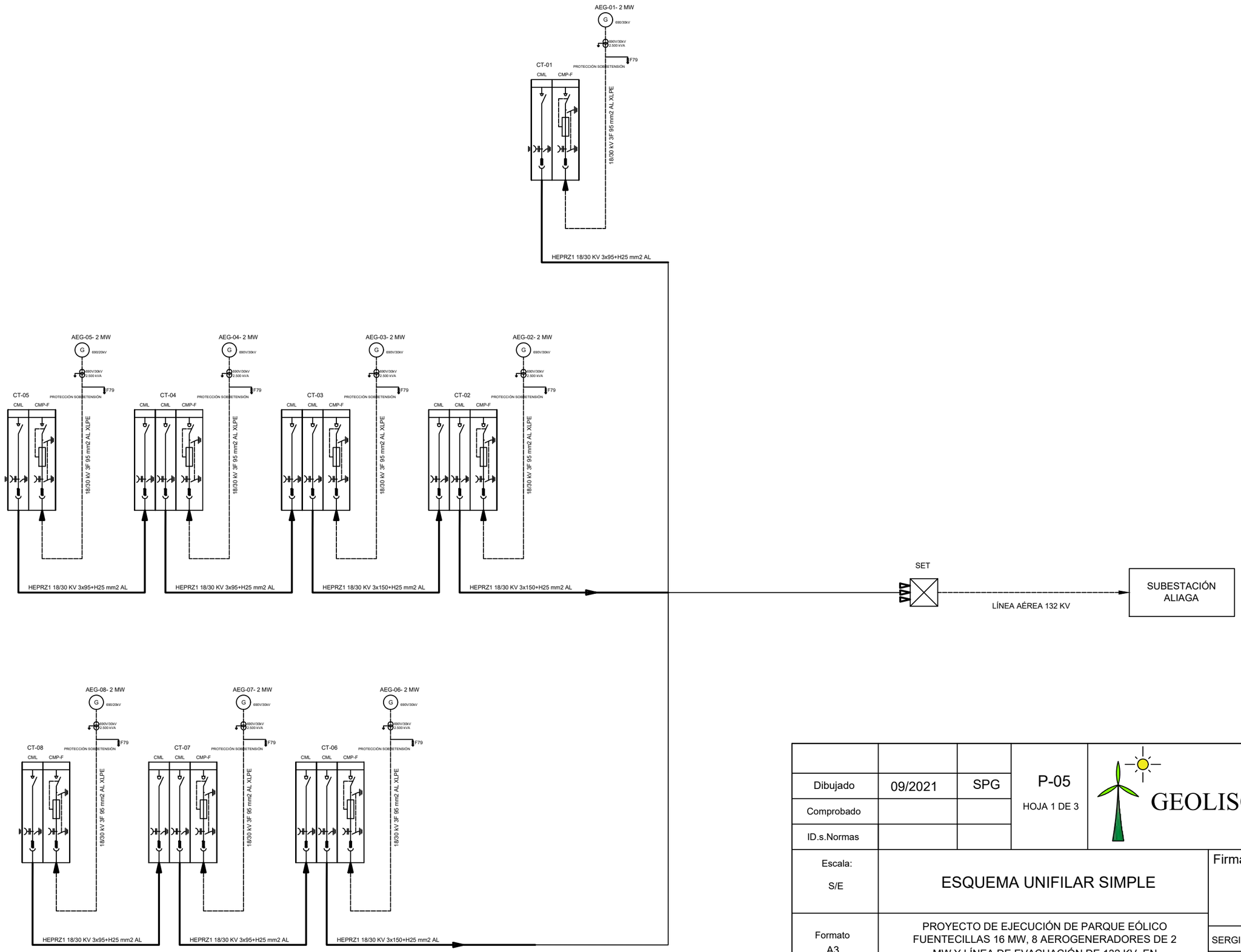


SECCIÓN TIPO VIALES EN DESMONTE



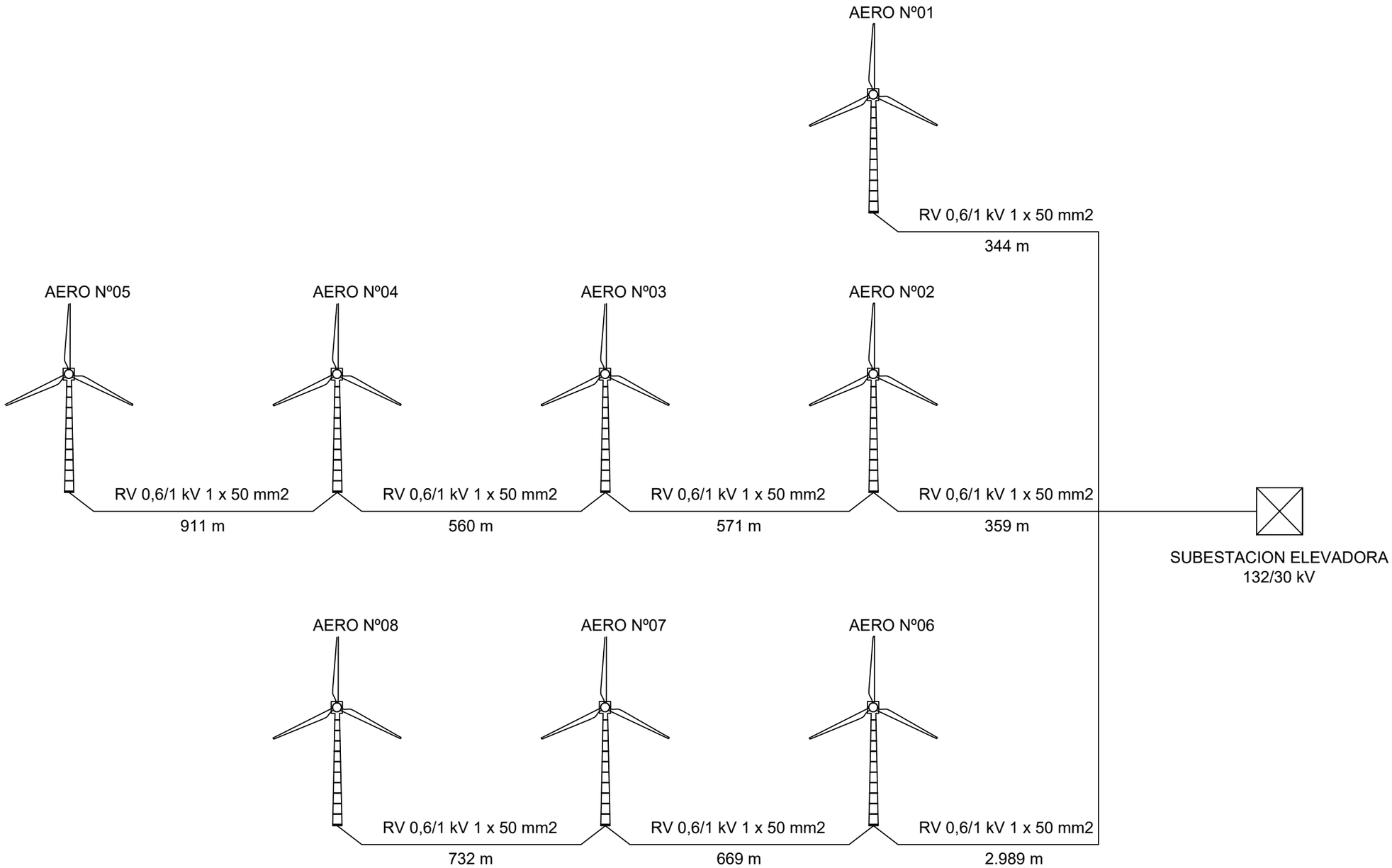
			P-04 HOJA 4 DE 4	GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2021	SPG		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	SECCIONES CONSTRUCTIVAS VIALES			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21009350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO



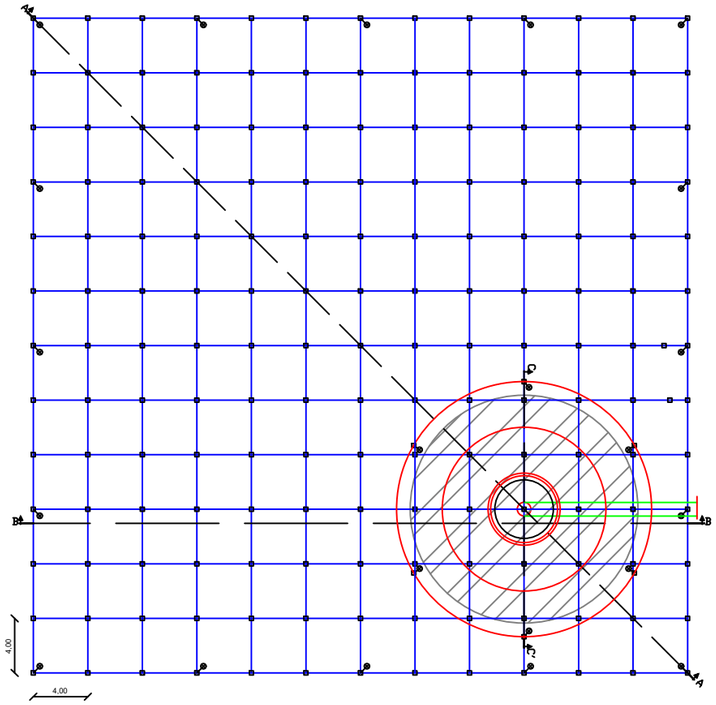
Dibujado	09/2021	SPG	P-05 HOJA 1 DE 3	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLE			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

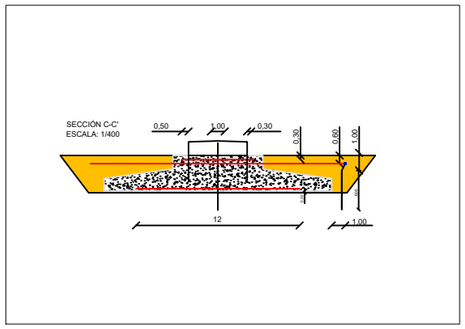
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar otro documento en: https://www.colegioingenieros.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO



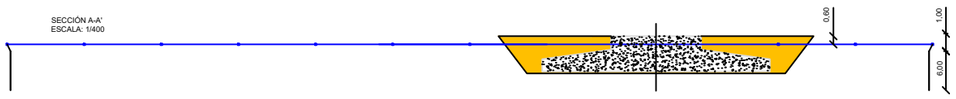
Dibujado	09/2021	SPG	P-05 HOJA 2 DE 3	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ESQUEMA PUESTA A TIERRA DEL PARQUE			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

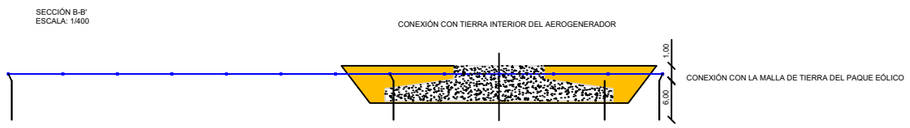
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.coitimadrid.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO





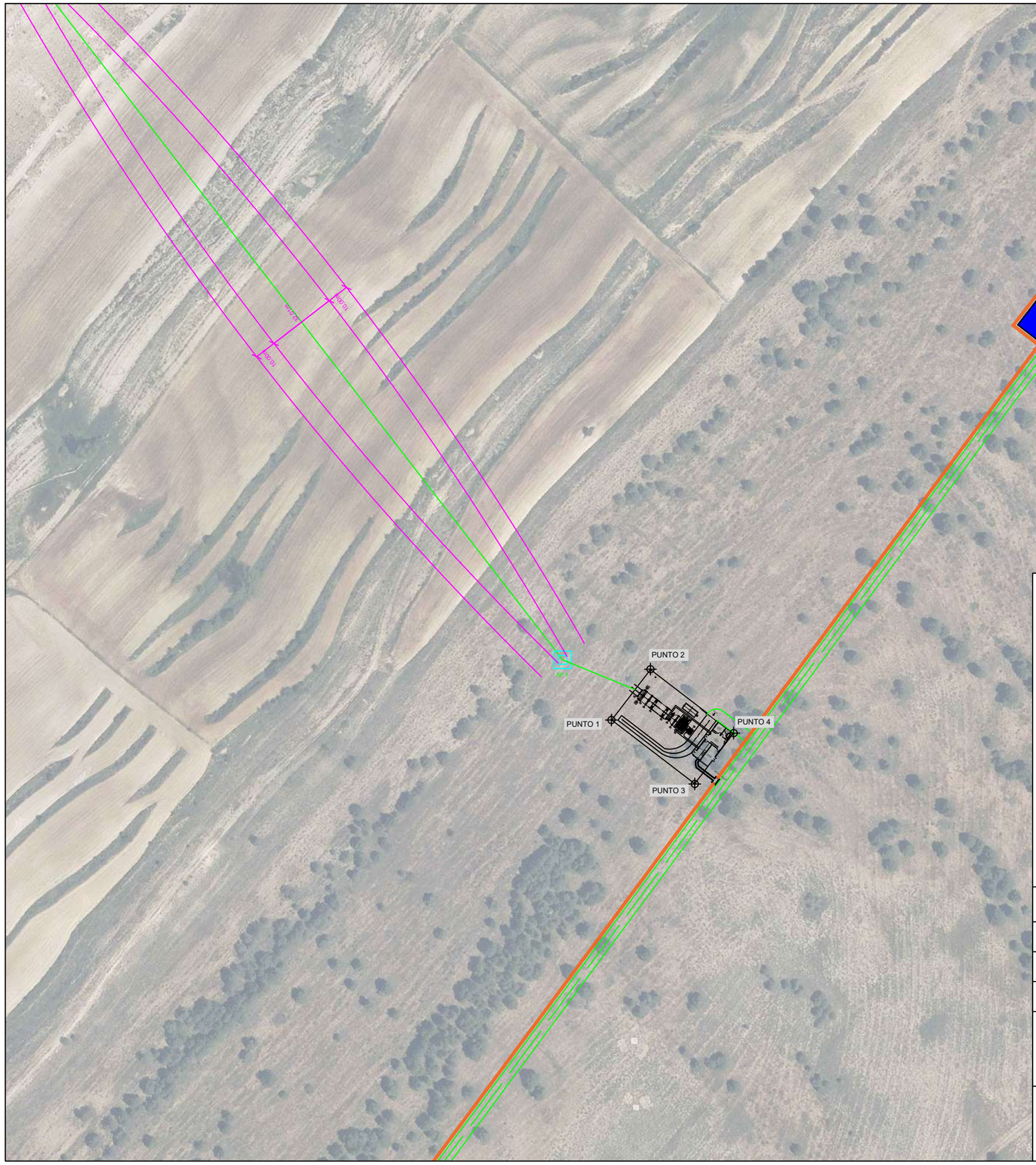
LEYENDA	
SIGNO	DESCRIPCIÓN
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE SECCIÓN 50 MM² TENDIDO SOBRE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE SECCIÓN 50 MM² TENDIDO SOBRE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA INSTALADA EN AEROGENERADOR
	PICA DE COBRE DE 6 M DE LONGITUD INSTALADA RECUBIERTA DE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE SECCIÓN 50 MM² PARA CONEXIÓN MALLA DE TIERRA AEROGENERADOR CON MALA DE TIERRA PARQUE EÓLICO
NOTA: EL CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO TENDIDO SOBRE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, SE INSTALARÁ FUERA DE LA ZONA DE ACTUACIÓN DE VIALES Y PLATAFORMAS	





Dibujado	09/2021	SPG	P-05 HOJA 3 DE 3	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ESQUEMA PUESTA A TIERRA DEL AEROGENERADOR			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21093501/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en: https://www.colegioingenieros.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

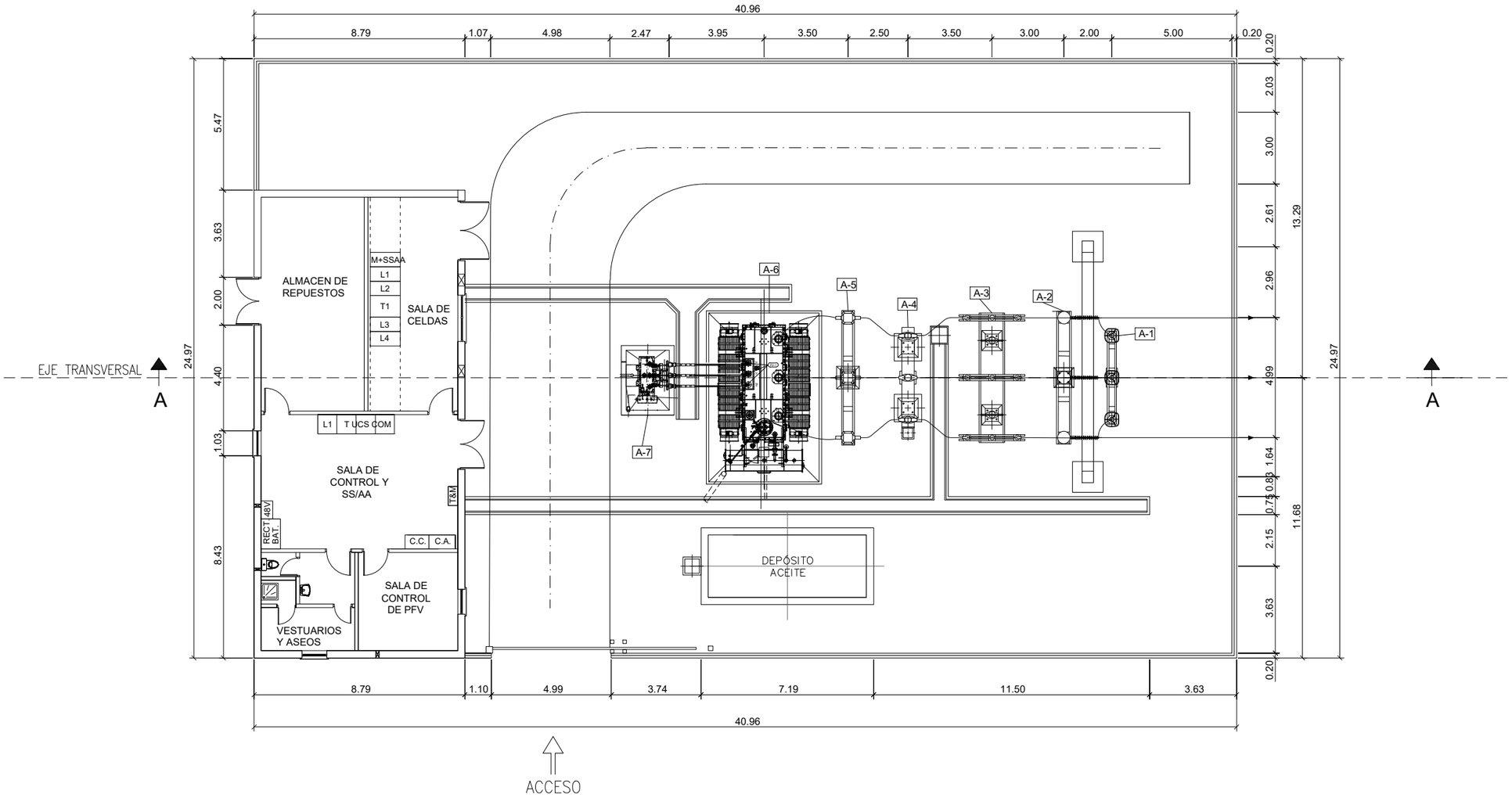


COORD ETRS89 H30 SET		
PUNTO	X	Y
1	691767,32	4500684,40
2	691785,17	4500707,68
3	691805,49	4500655,12
4	691823,35	4500678,39

Dibujado	09/2021	SPG	P-06 HOJA 1 DE 4	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				

Escala: 1/2.000	SITUACIÓN SUBESTACIÓN ELEVADORA	Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL	SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

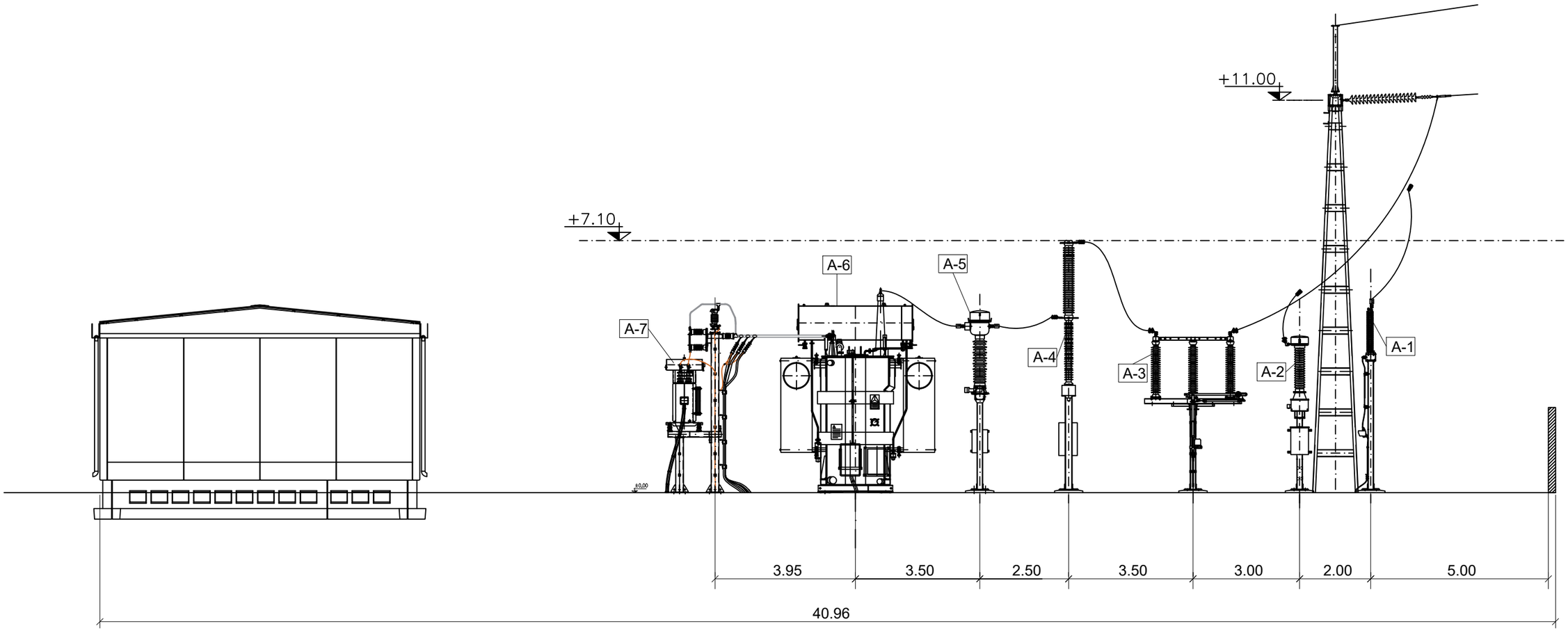
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en www.cgitim.es/validar
VISADO



LEYENDA	
A-1	AUTOVALVULAS
A-2	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
A-3	SECCIONADOR
A-4	INTERRUPTOR
A-5	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
A-6	TRANSFORMADOR
A-7	REACTANCIA

Dibujado	09/2021	SPG	P-06 HOJA 2 DE 4	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	PLANTA SUBESTACIÓN ELEVADORA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21093501 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.coitimadrid.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

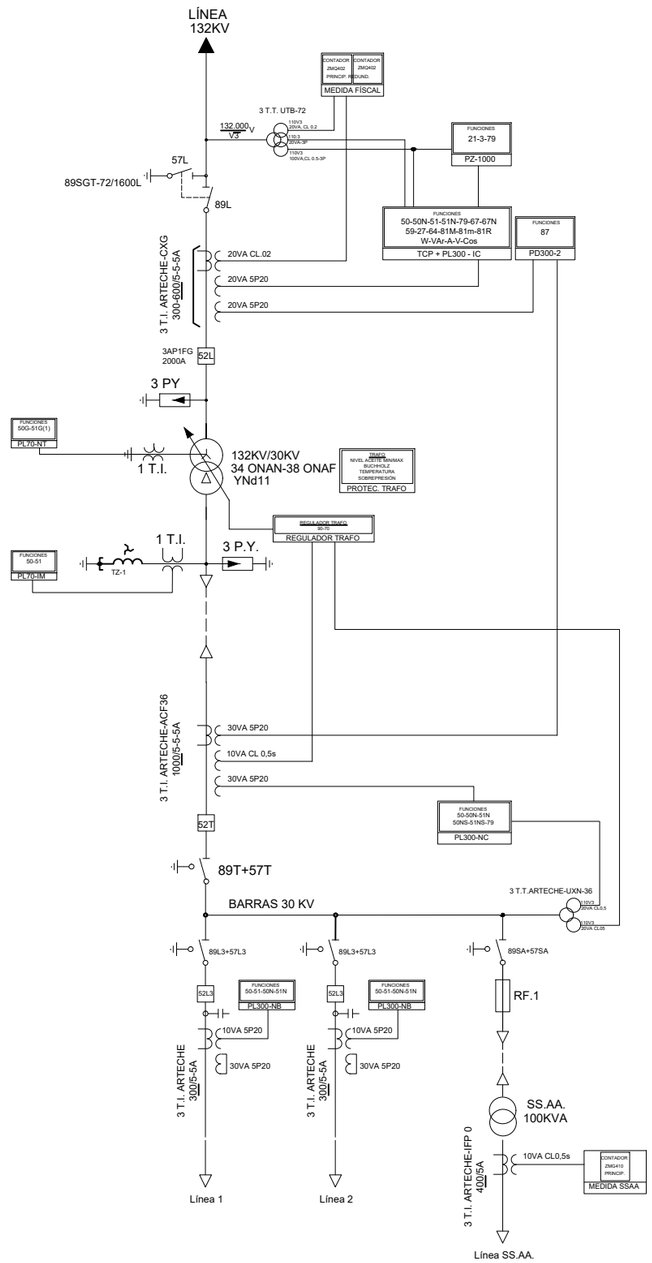


SECCION A–A

LEYENDA	
A-1	AUTOVALVULAS
A-2	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
A-3	SECCIONADOR
A-4	INTERRUPTOR
A-5	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
A-6	TRANSFORMADOR
A-7	REACTANCIA

Dibujado	09/2021	SPG	P-06 HOJA 3 DE 4	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ALZADO SUBESTACIÓN ELEVADORA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO



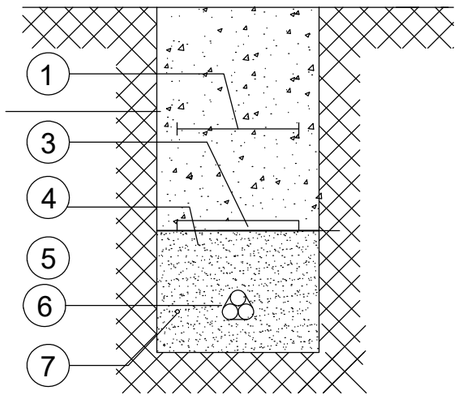
LEYENDA	
SIGNO	
3 T.T.	Transformador de tensión.
52	Interruptor
3 T.I.	Transformador de intensidad.
89L+57L	Seccionador de línea con p.a.t.
3 PY	Autoválvulas
	Transformador de potencia con regulador en carga.
TZ-1	Reactancia de cierre de estrella.
89	Seccionador.
	Línea subterránea.
	Puesta a tierra.
RF SS.AA.	Transformador de SS.AA. con Ruptofusible.

Dibujado	09/2021	SPG	P-06 HOJA 4 DE 4	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ESQUEMA UNFILAR SUBESTACIÓN ELEVADORA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

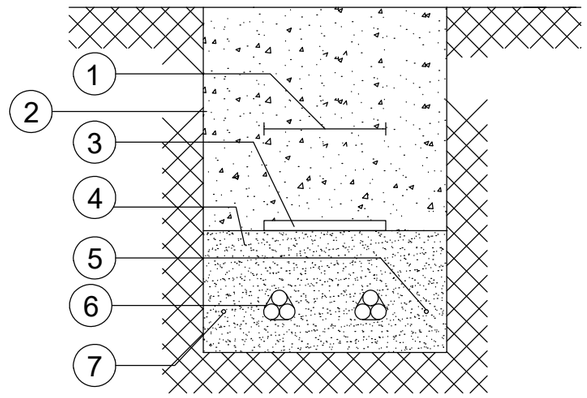
ZANJA TIPO A1

CIRCUITO M.T. 1 Y 2



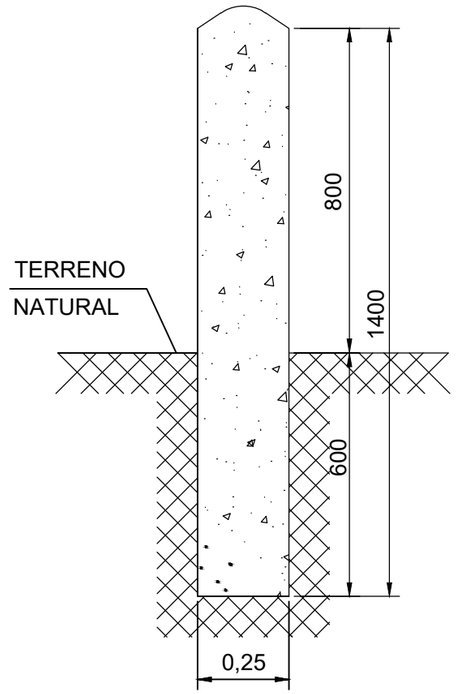
ZANJA TIPO A2

ENTRADA Y SALIDA
CIRCUITOS M.T.

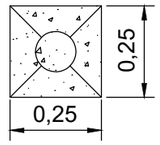


HITO DE SEÑALIZACIÓN

ALZADO



PLANTA



LOS HITOS IRÁN SITUADOS CADA 50 m Y EN
LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LAS ZANJAS

1	MALLA SEÑALIZACIÓN
*2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	PLACA PLÁSTICA TESTIGO
4	ARENA DE RÍO, INERTE, COMPACTADA
5	CABLE FIBRA ÓPTICA
**6	LÍNEA DE M.T. CABLES UNIPOLARES
7	CABLE DE ENLACE PARA TIERRA

* La posición 2 se compactará mecánicamente por tongadas de un espesor máximo de 0,3m

** El tendido de los cables unipolares formará un trébol, sujeto con cinta de PVC cada 1,5m

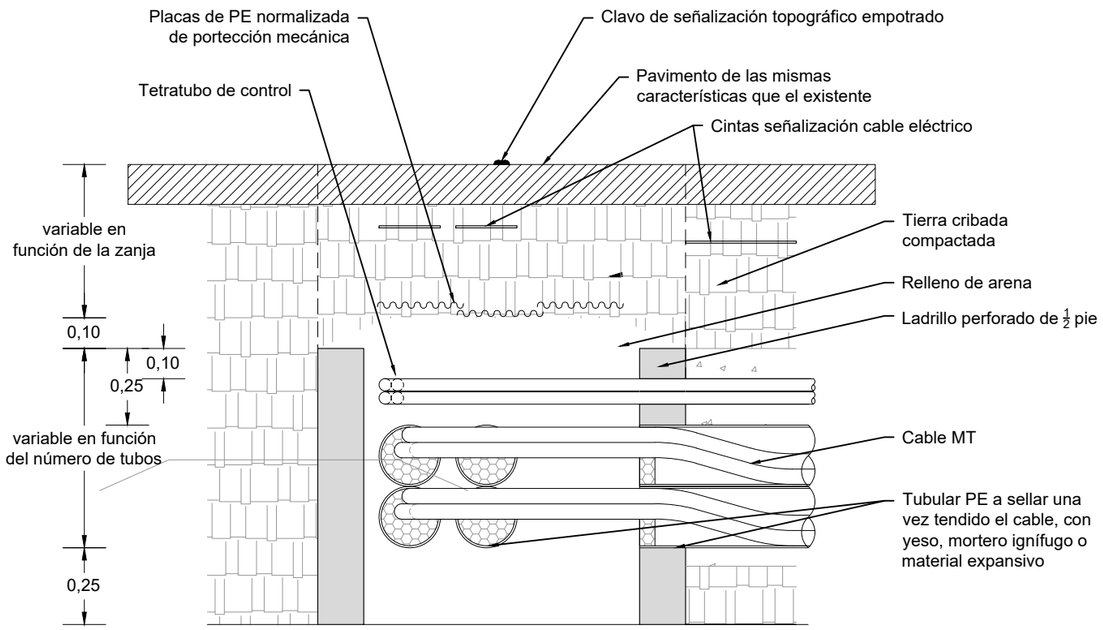
			P-07 HOJA 1 DE 1	GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2021	SPG		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	DETALLE DE ZANJAS			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en: https://www.cgitimadrid.es/validar-documento
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

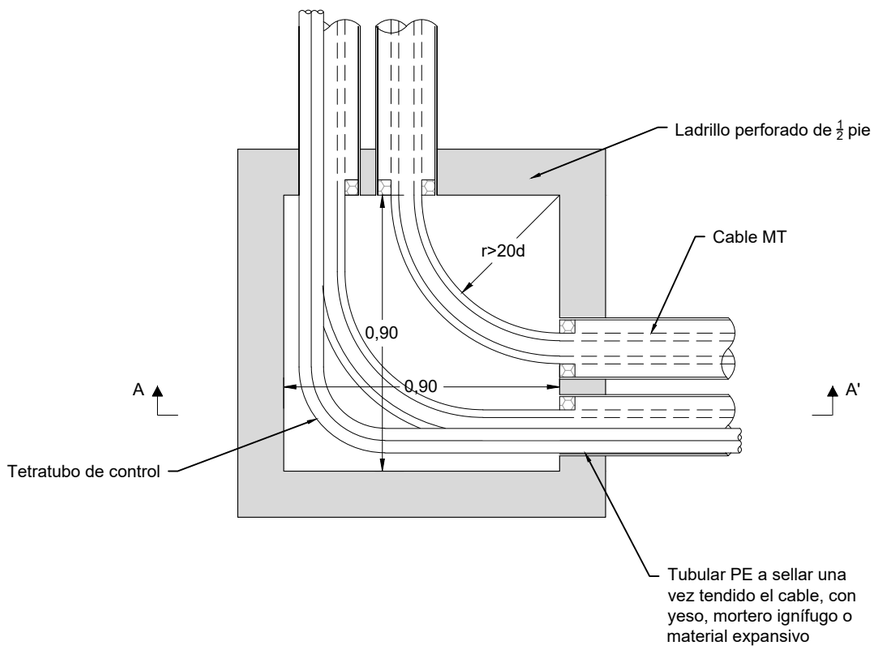
ARQUETA A1 CIEGA

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'

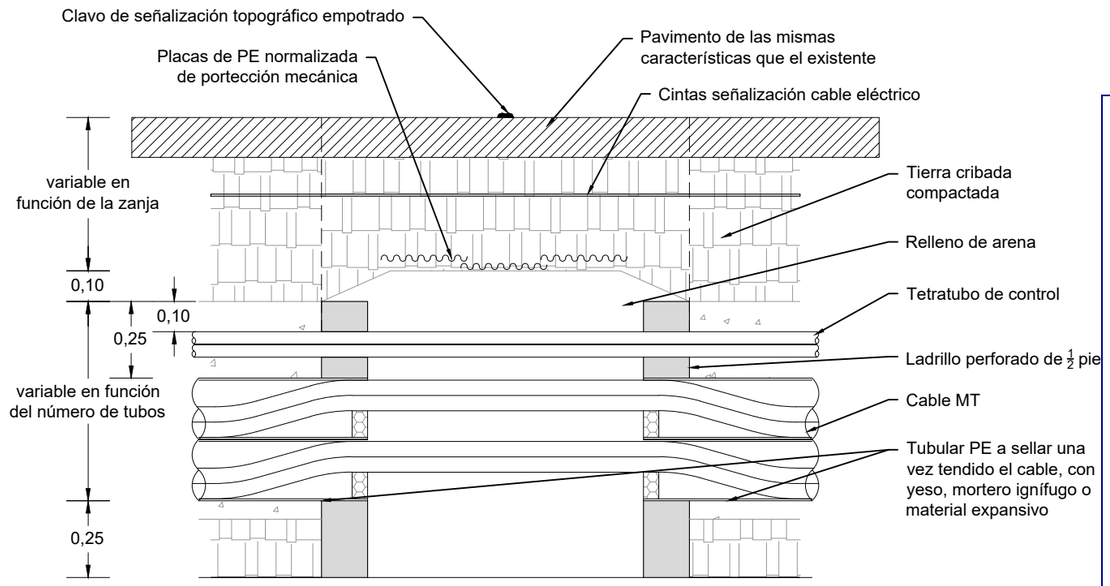


PLANTA

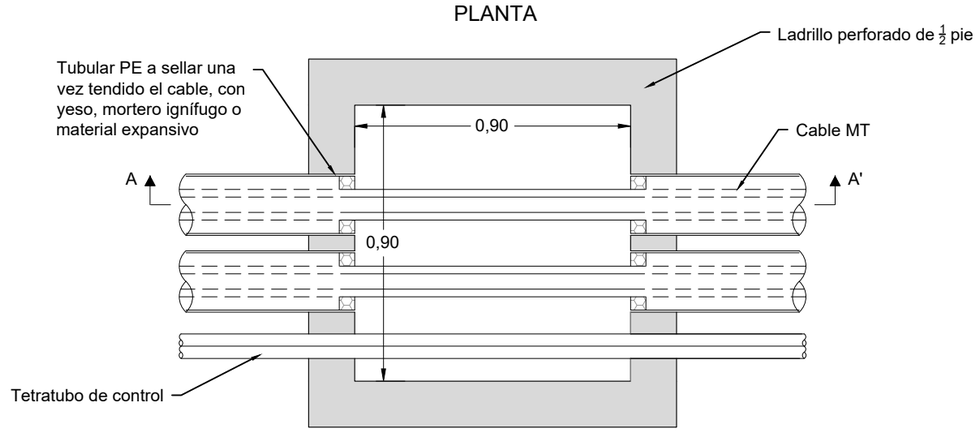


ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'



PLANTA



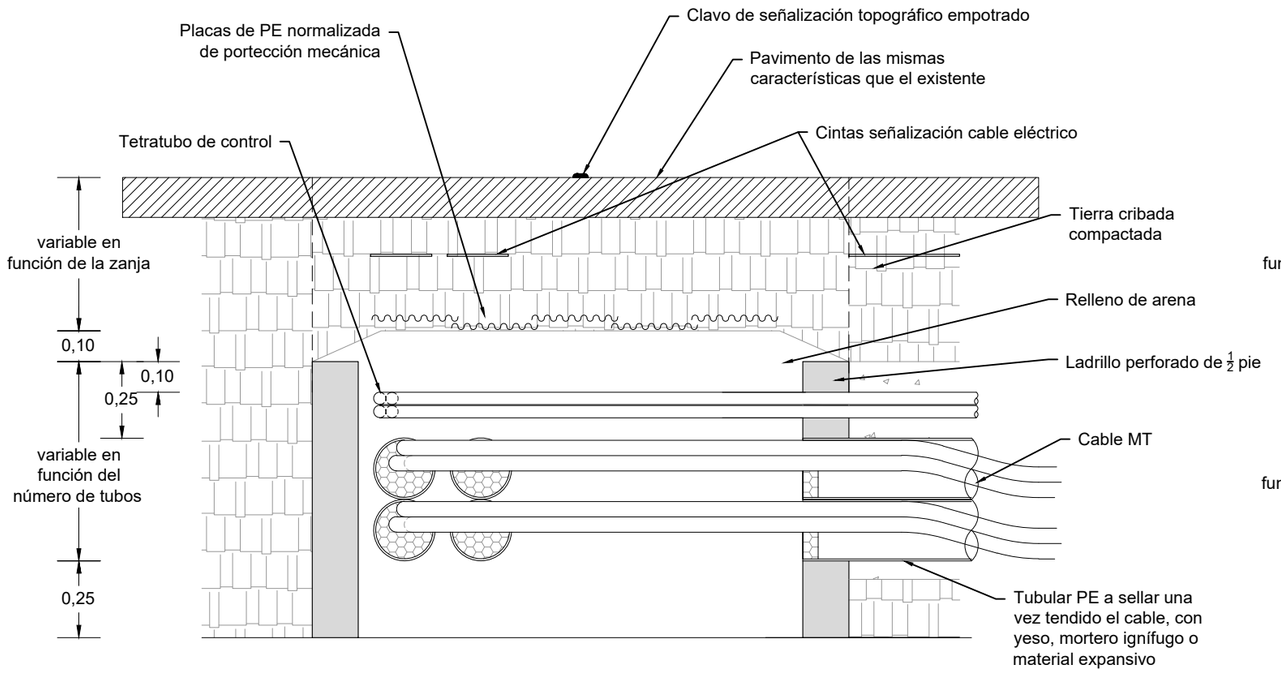
Dibujado	09/2021	SPG	P-08	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			HOJA 1 DE 6	
ID.s.Normas				
Escala: S/E	DETALLE DE ARQUETA A1 CIEGA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en: www.colegioindustriales.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

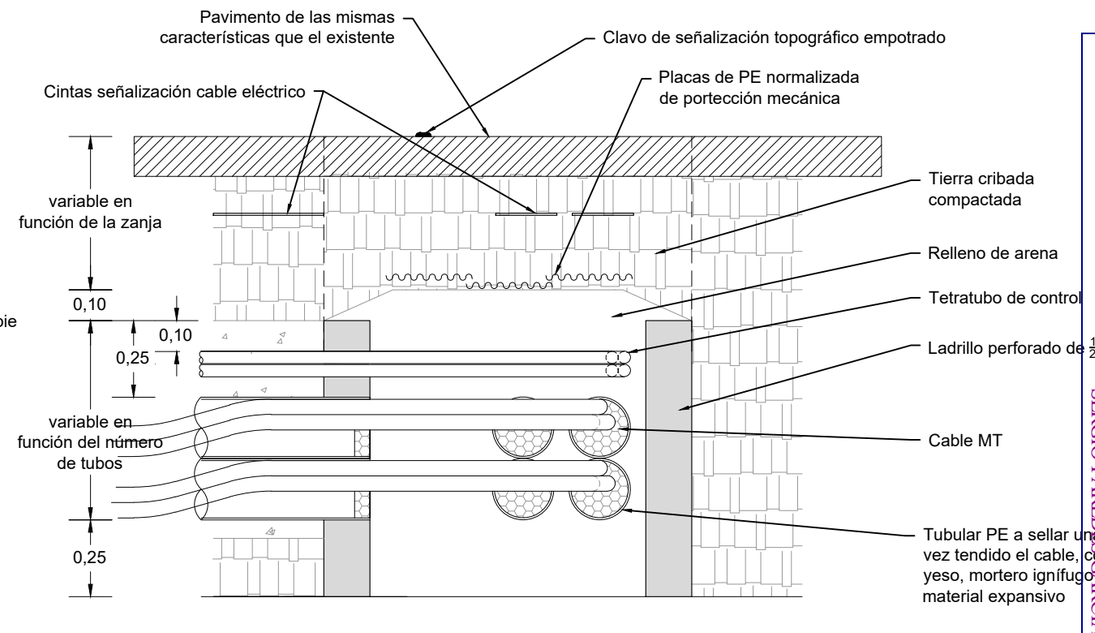
ARQUETA A2 CIEGA

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

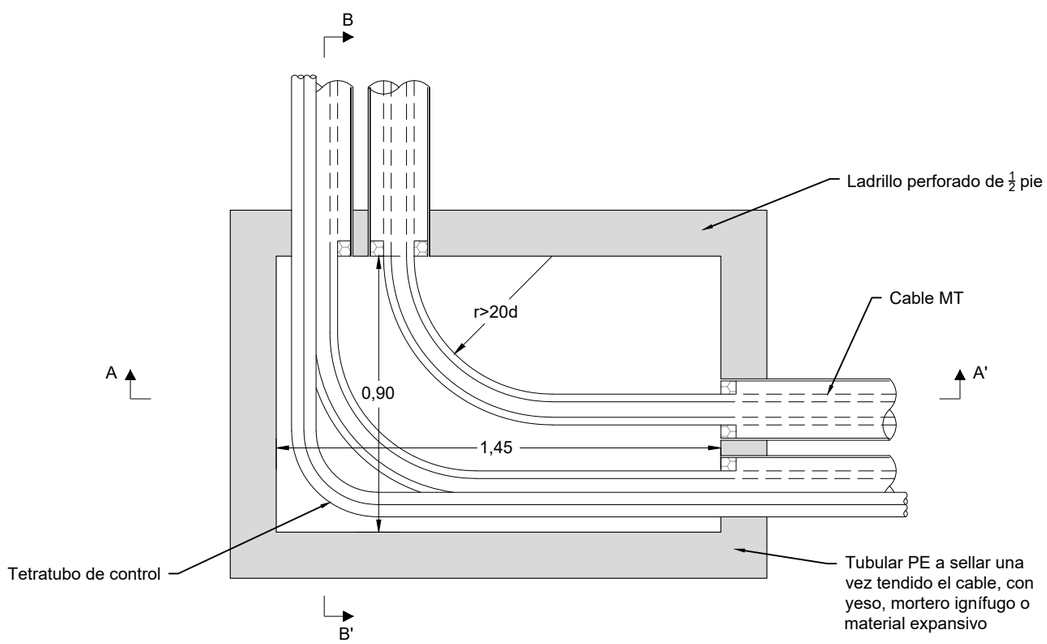
SECCIÓN A-A'



SECCIÓN A-A'



PLANTA



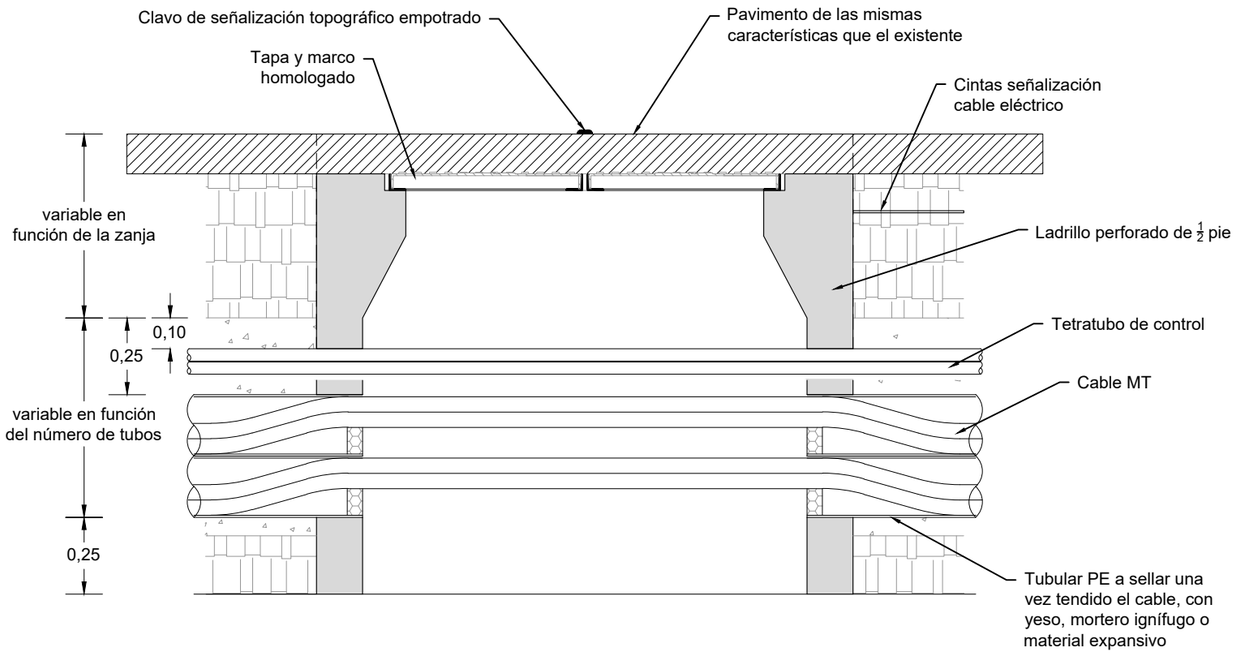
			P-08 HOJA 2 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2021	SPG		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	DETALLE DE ARQUETA A2 CIEGA CAMBIO DE SENTIDO			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en: https://www.colegioingenieros.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

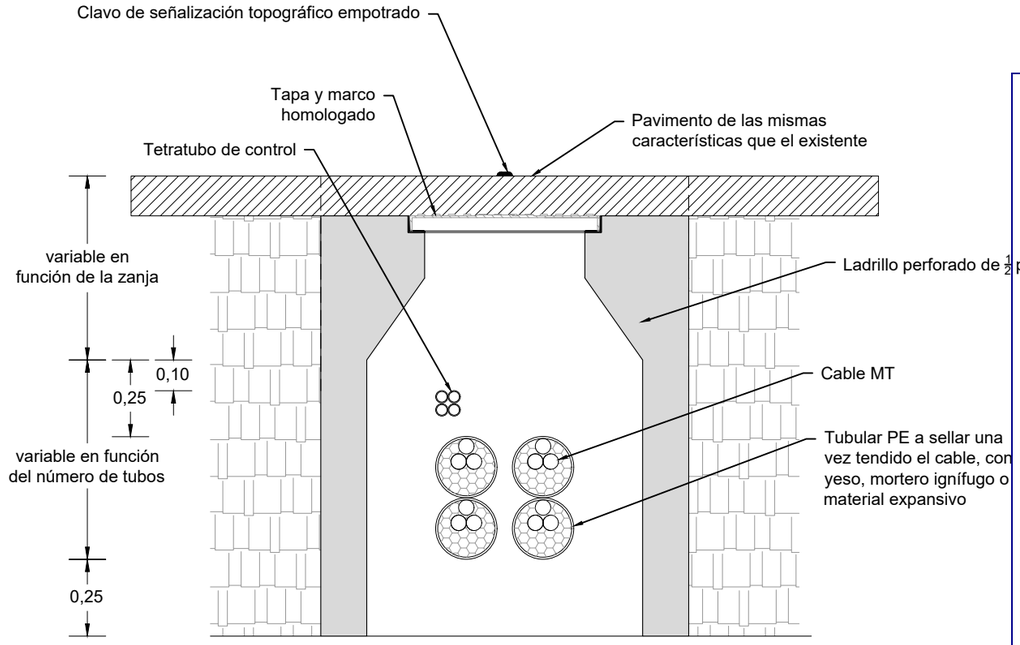
ARQUETA A2 REGISTRABLE

ARQUETA EN ALINEACIÓN

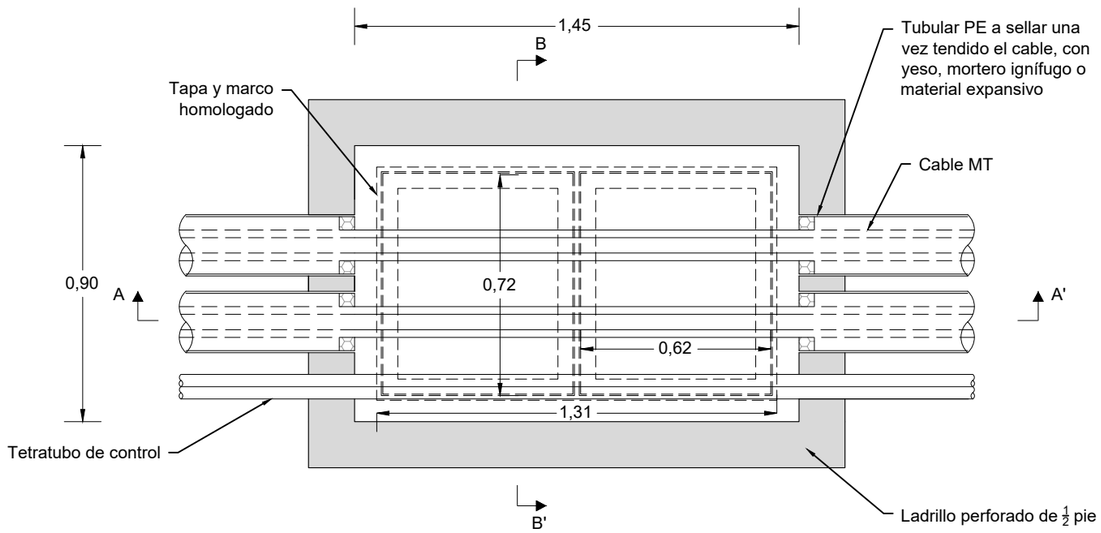
SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'



PLANTA



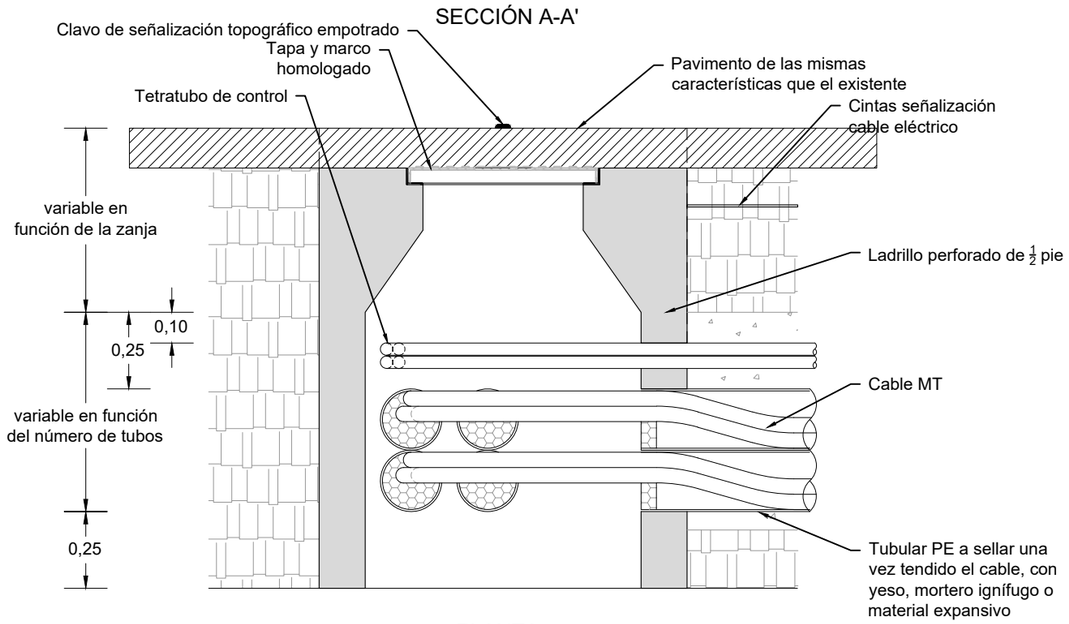
Dibujado	09/2021	SPG	P-08 HOJA 3 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	DETALLE DE ARQUETA A2 REGISTRABLE EN ALINEACIÓN			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en www.colegioingenieros.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

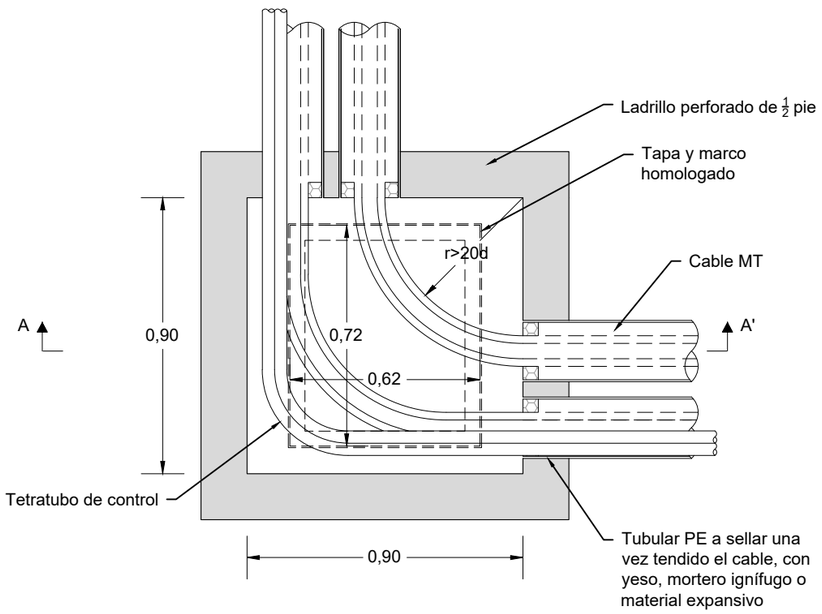
ARQUETA A1 REGISTRABLE

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'

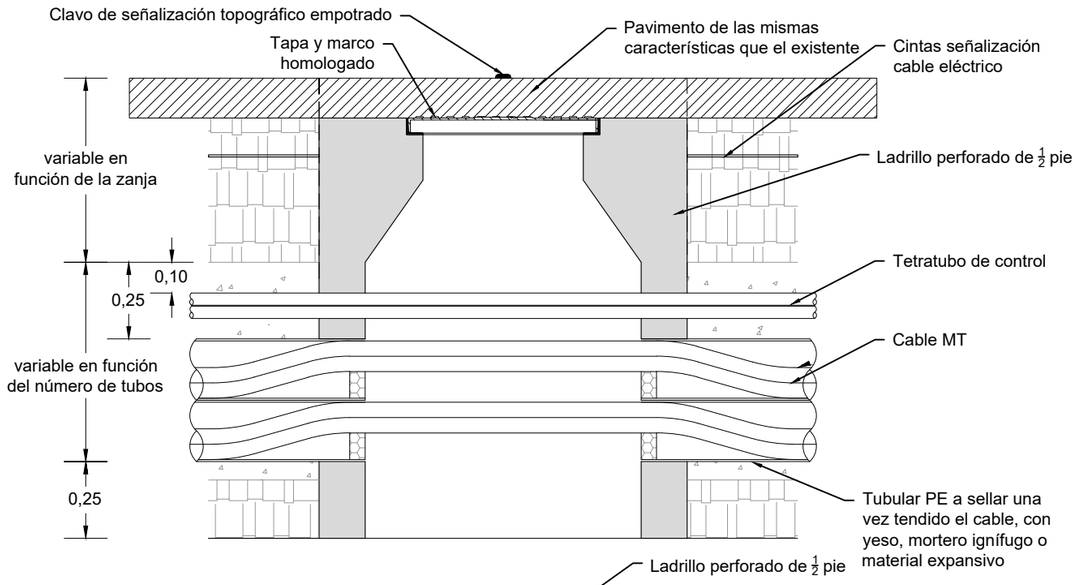


PLANTA

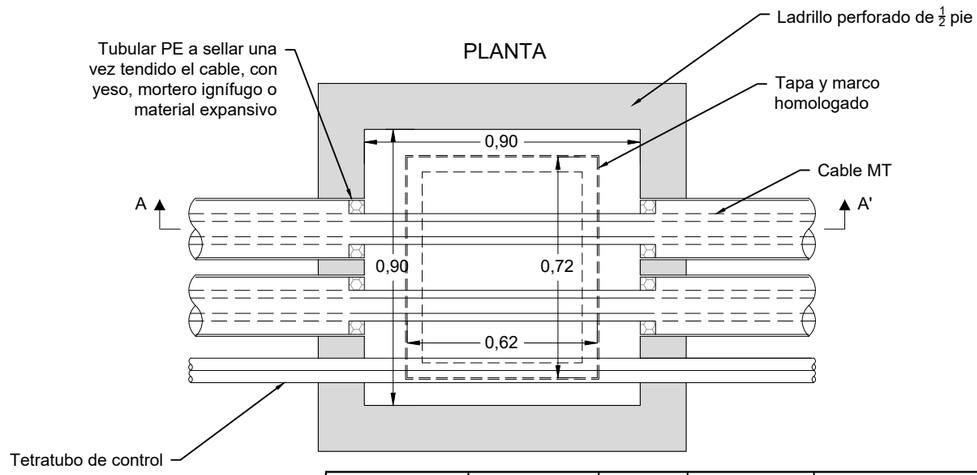


ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'



PLANTA



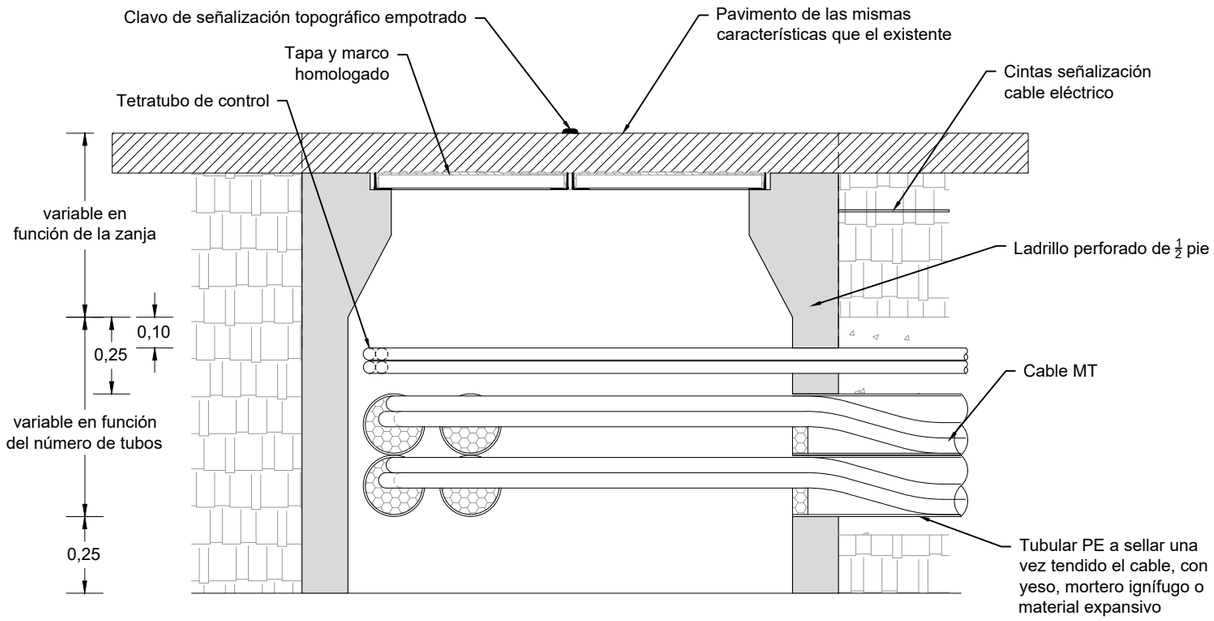
Dibujado	09/2021	SPG	P-08 HOJA 4 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	DETALLE DE ARQUETA A1 CIEGA REGISTRABLE			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

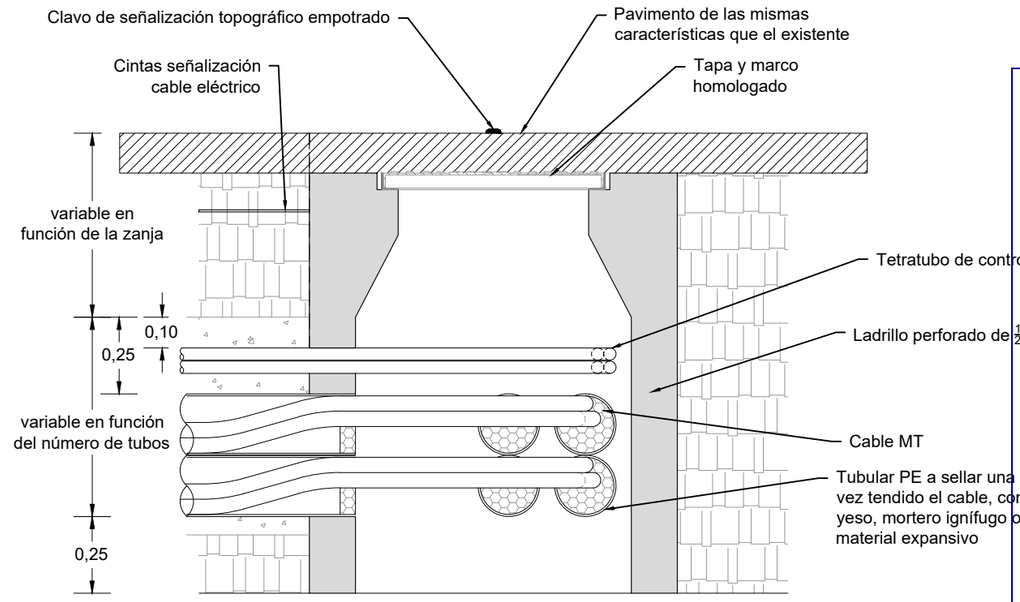
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21093350/01 el día 30/09/2021 Puede validar el documento en: https://www.colegioingenieros.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

ARQUETA A2 REGISTRABLE

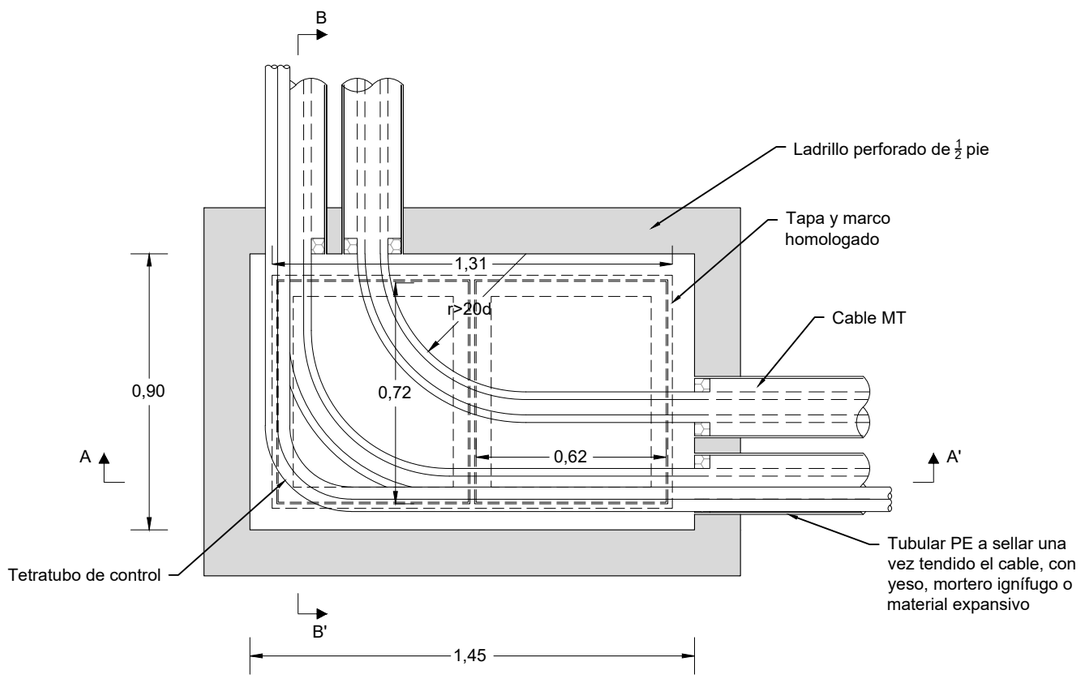
ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'





PLANTA



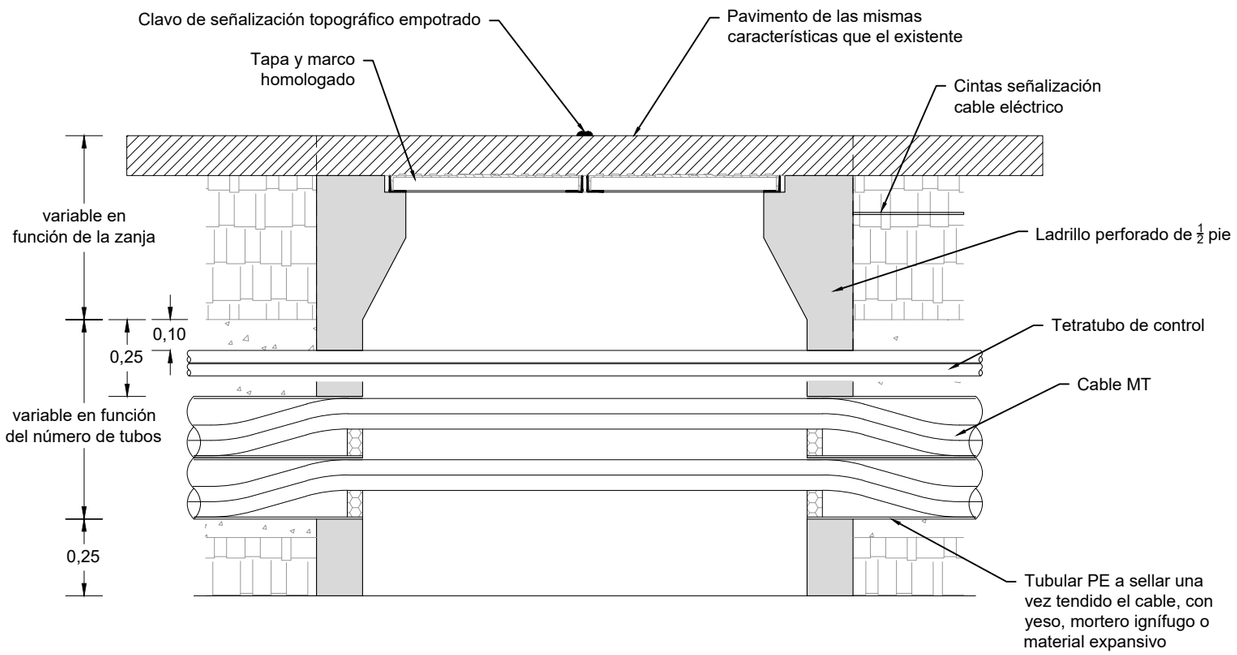
Dibujado	09/2021	SPG	P-08	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			HOJA 5 DE 6	
ID.s.Normas				
Escala: S/E	DETALLE DE ARQUETA A2 REGISTRABLE CAMBIO DE SENTIDO			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

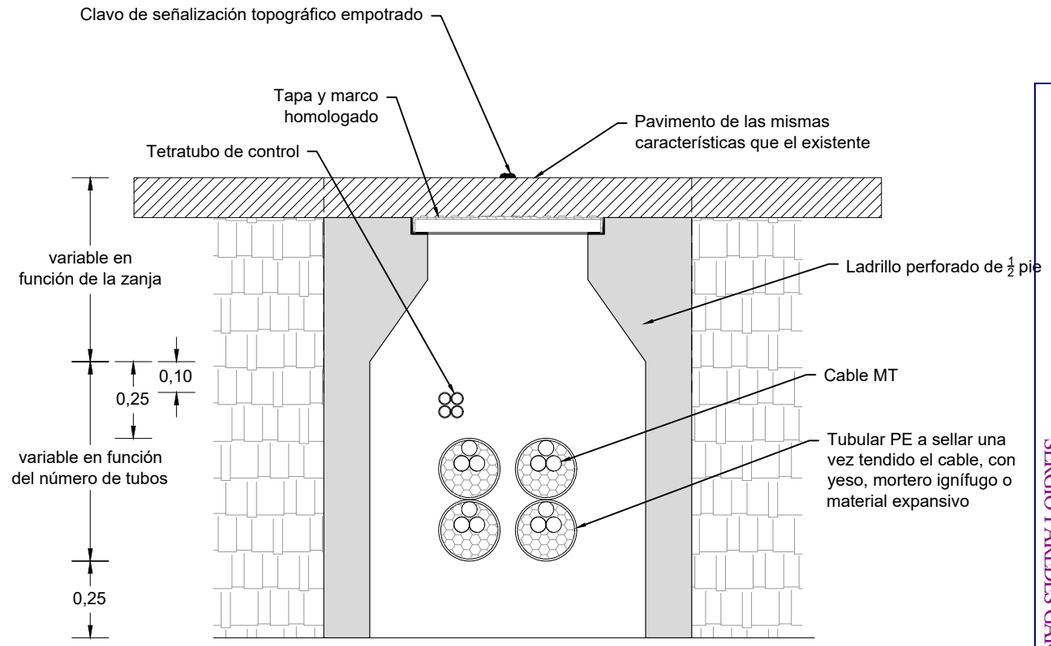
ARQUETA A2 REGISTRABLE

ARQUETA EN ALINEACIÓN

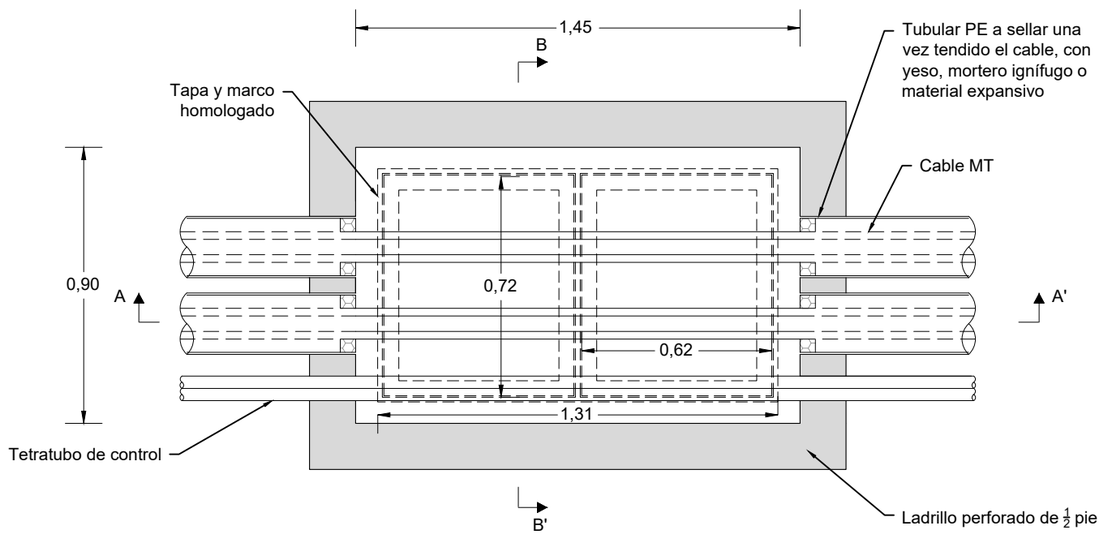
SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'

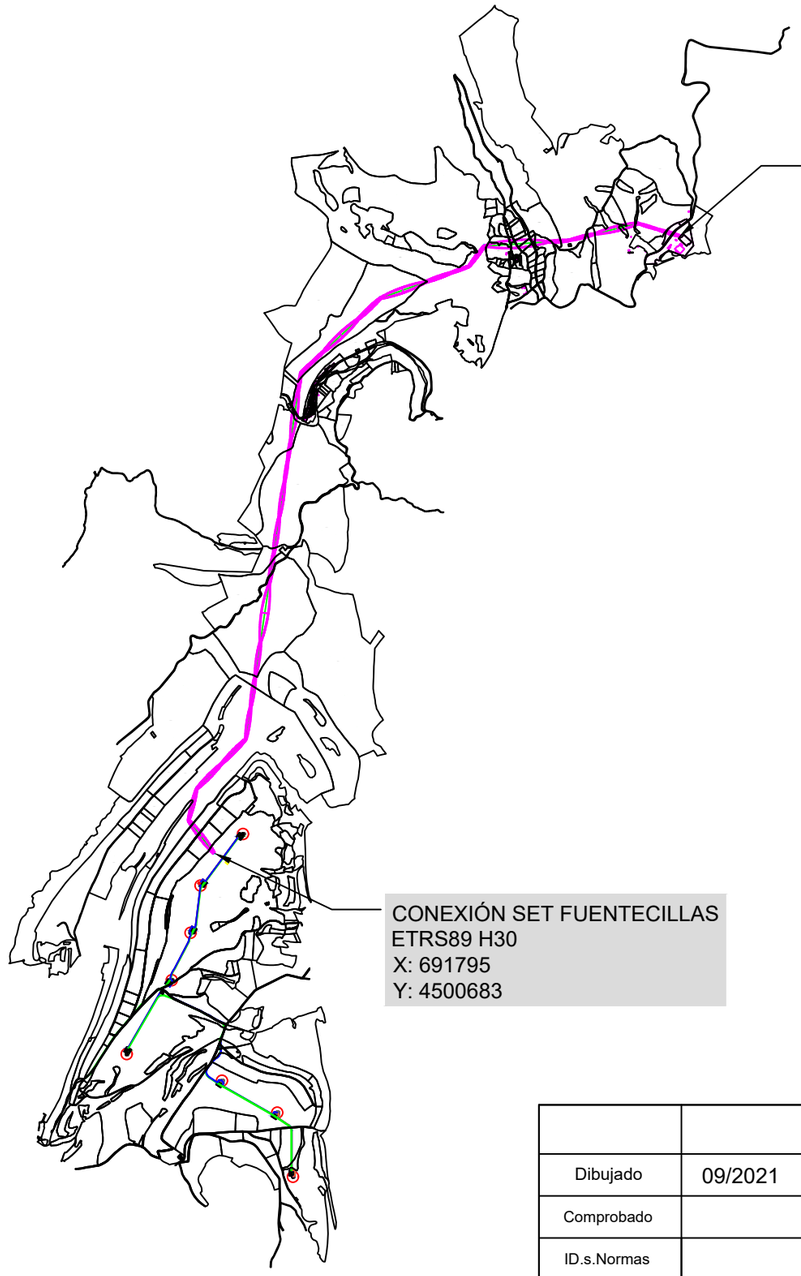


PLANTA



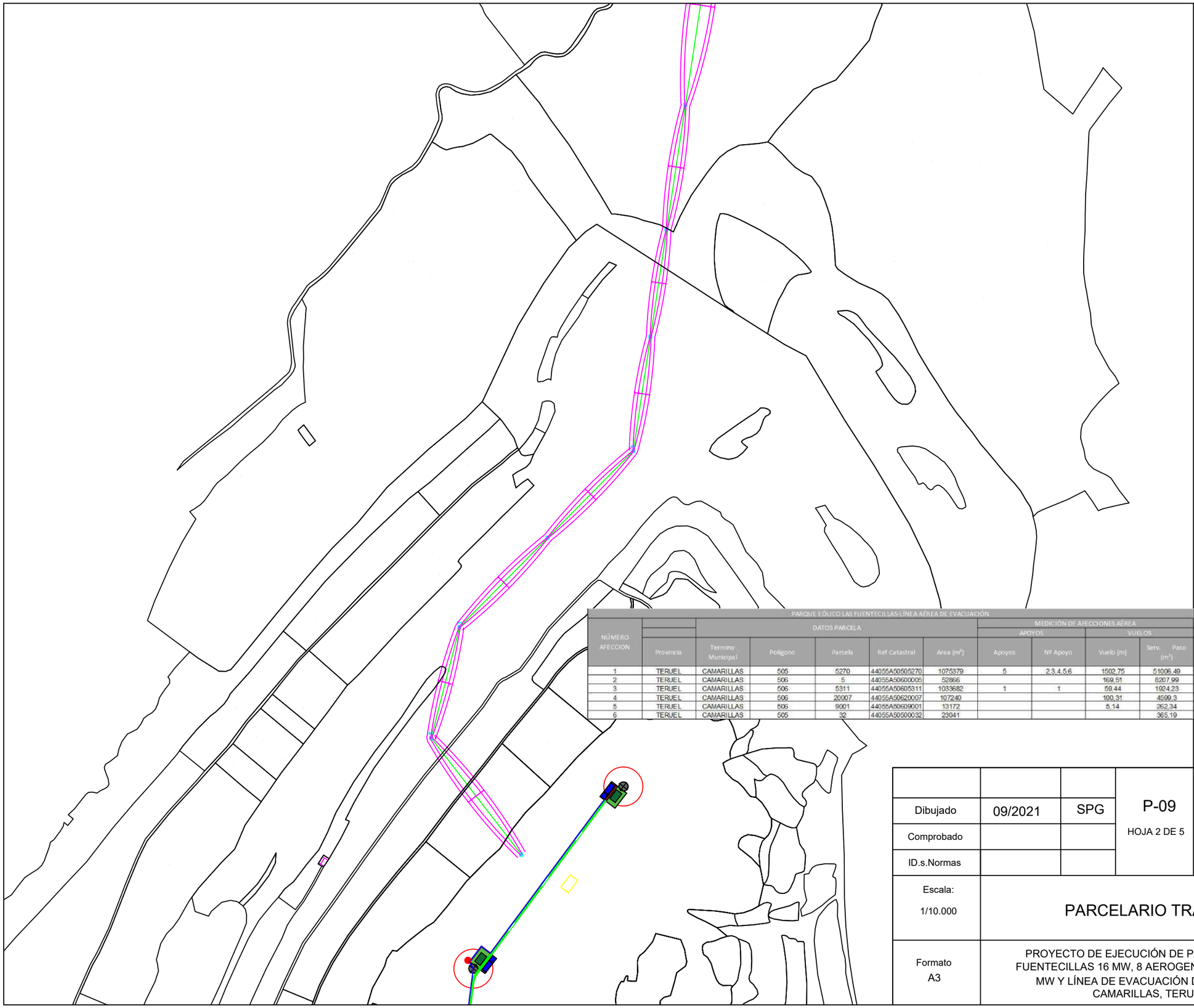
Dibujado	09/2021	SPG	P-08 HOJA 6 DE 6	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	DETALLE DE ARQUETA A2 REGISTRABLE EN ALINEACIÓN			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.colegioingenieros.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

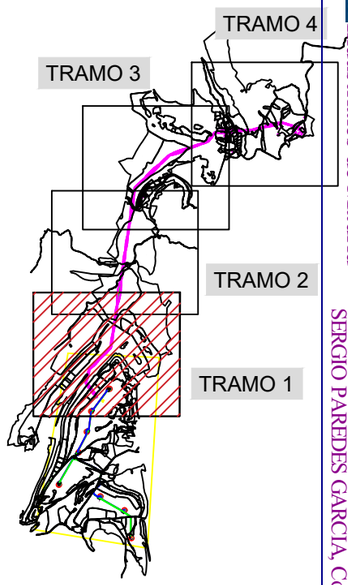


			P-09 HOJA 1 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2021	SPG		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	PARCELARIO GENERAL			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en: https://www.cgitim.es/validar-documento
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO



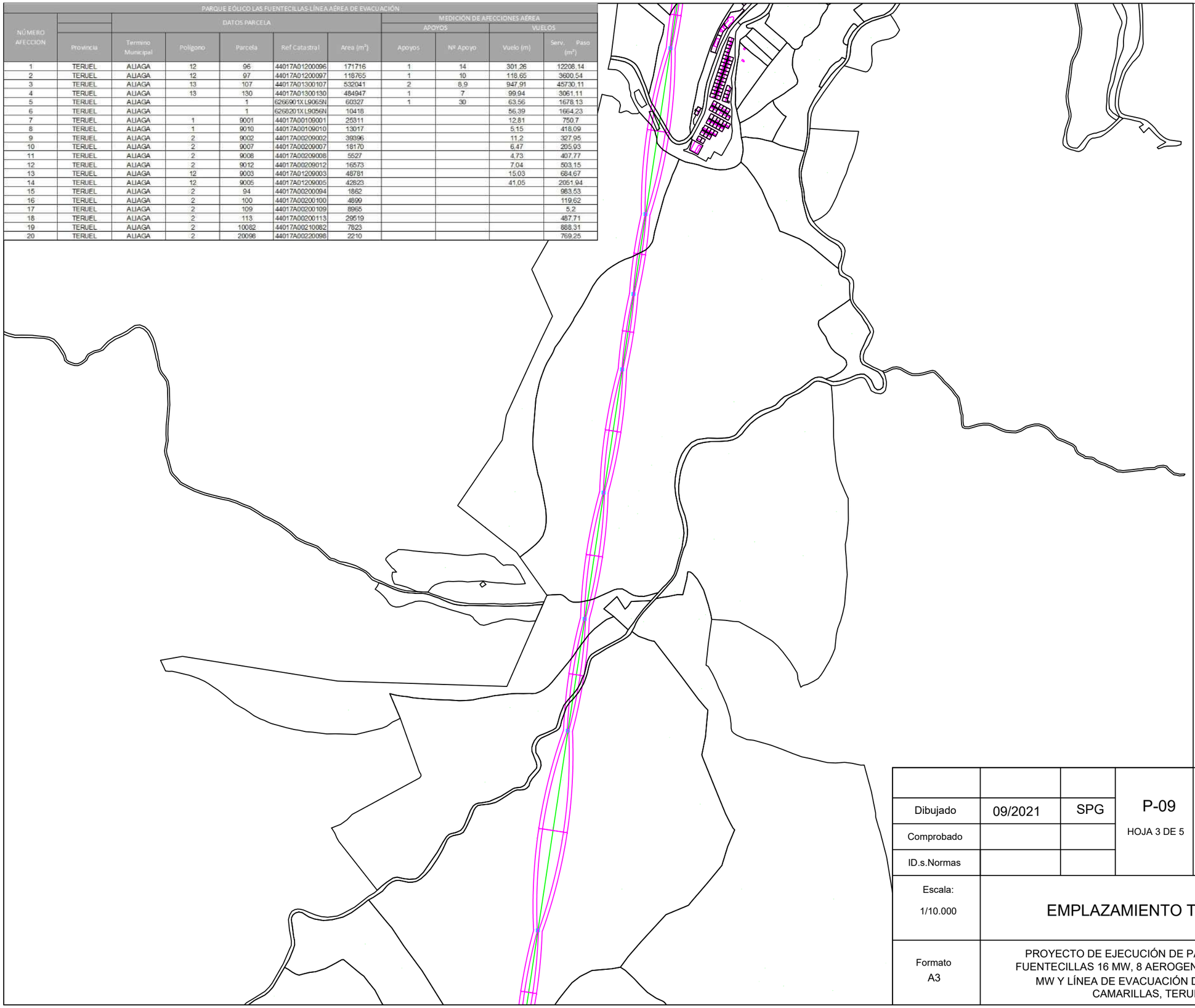
PARQUE EÓLICO LAS FUENTECILLAS-LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN										
NÚMERO AFECCION	DATOS PARCELA						MEDICIÓN DE AFECCIONES AÉREA			
							APOYOS		VUELOS	
	Provincia	Termino Municipal	Poligono	Parcela	Ref Catastral	Area (m²)	Apoyos	Nº Apoyo	Vuelo (m)	Serv. Paso (m²)
1	TERUEL	CAMARILLAS	505	5270	44055A50505270	1075379	5	2,3,4,5,6	1502,75	51006,49
2	TERUEL	CAMARILLAS	505	5	44055A50600005	52866			169,51	8207,99
3	TERUEL	CAMARILLAS	506	5311	44055A50605311	1033682	1	1	59,44	1924,23
4	TERUEL	CAMARILLAS	506	20007	44055A50620007	107240			100,31	4599,3
5	TERUEL	CAMARILLAS	505	9001	44055A50609001	13172			5,14	262,34
6	TERUEL	CAMARILLAS	505	32	44055A50500032	23041				365,19

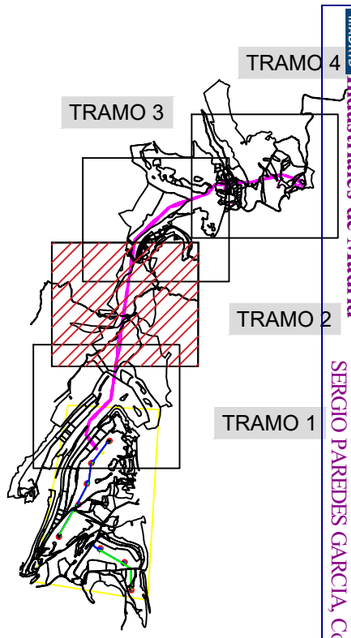


Dibujado	09/2021	SPG	P-09 HOJA 2 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	PARCELARIO TRAMO 1			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en: www.colegioingenieros.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PARQUE EÓLICO LAS FUENTECILLAS-LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN										
NÚMERO AFECCION		DATOS PARCELA					MEDICIÓN DE AFECCIONES AÉREA			
							APOYOS		VUELOS	
	Provincia	Termino Municipal	Polígono	Parcela	Ref Catastral	Area (m^2)	Apoyos	Nº Apoyo	Vuelo (m)	Serv. Paso (m^2)
1	TERUEL	ALIAGA	12	96	44017A01200096	171716	1	14	301,26	12208,14
2	TERUEL	ALIAGA	12	97	44017A01200097	118765	1	10	118,65	3600,54
3	TERUEL	ALIAGA	13	107	44017A01300107	532041	2	8,9	947,91	45730,11
4	TERUEL	ALIAGA	13	130	44017A01300130	484947	1	7	99,94	3061,11
5	TERUEL	ALIAGA		1	6266901XL9065N	60327	1	30	63,56	1678,13
6	TERUEL	ALIAGA		1	6268201XL9056N	10418			56,39	1664,23
7	TERUEL	ALIAGA	1	9001	44017A00109001	25311			12,81	750,7
8	TERUEL	ALIAGA	1	9010	44017A00109010	13017			5,15	418,09
9	TERUEL	ALIAGA	2	9002	44017A00209002	39396			11,2	327,95
10	TERUEL	ALIAGA	2	9007	44017A00209007	18170			6,47	205,93
11	TERUEL	ALIAGA	2	9008	44017A00209008	5527			4,73	407,77
12	TERUEL	ALIAGA	2	9012	44017A00209012	16573			7,04	503,15
13	TERUEL	ALIAGA	12	9003	44017A01209003	48781			15,03	684,67
14	TERUEL	ALIAGA	12	9005	44017A01209005	42823			41,05	2051,94
15	TERUEL	ALIAGA	2	94	44017A00200094	1862				983,53
16	TERUEL	ALIAGA	2	100	44017A00200100	4899				119,62
17	TERUEL	ALIAGA	2	109	44017A00200109	8955				5,2
18	TERUEL	ALIAGA	2	113	44017A00200113	29519				487,71
19	TERUEL	ALIAGA	2	10082	44017A00210082	7823				888,31
20	TERUEL	ALIAGA	2	20098	44017A00220098	2210				769,25

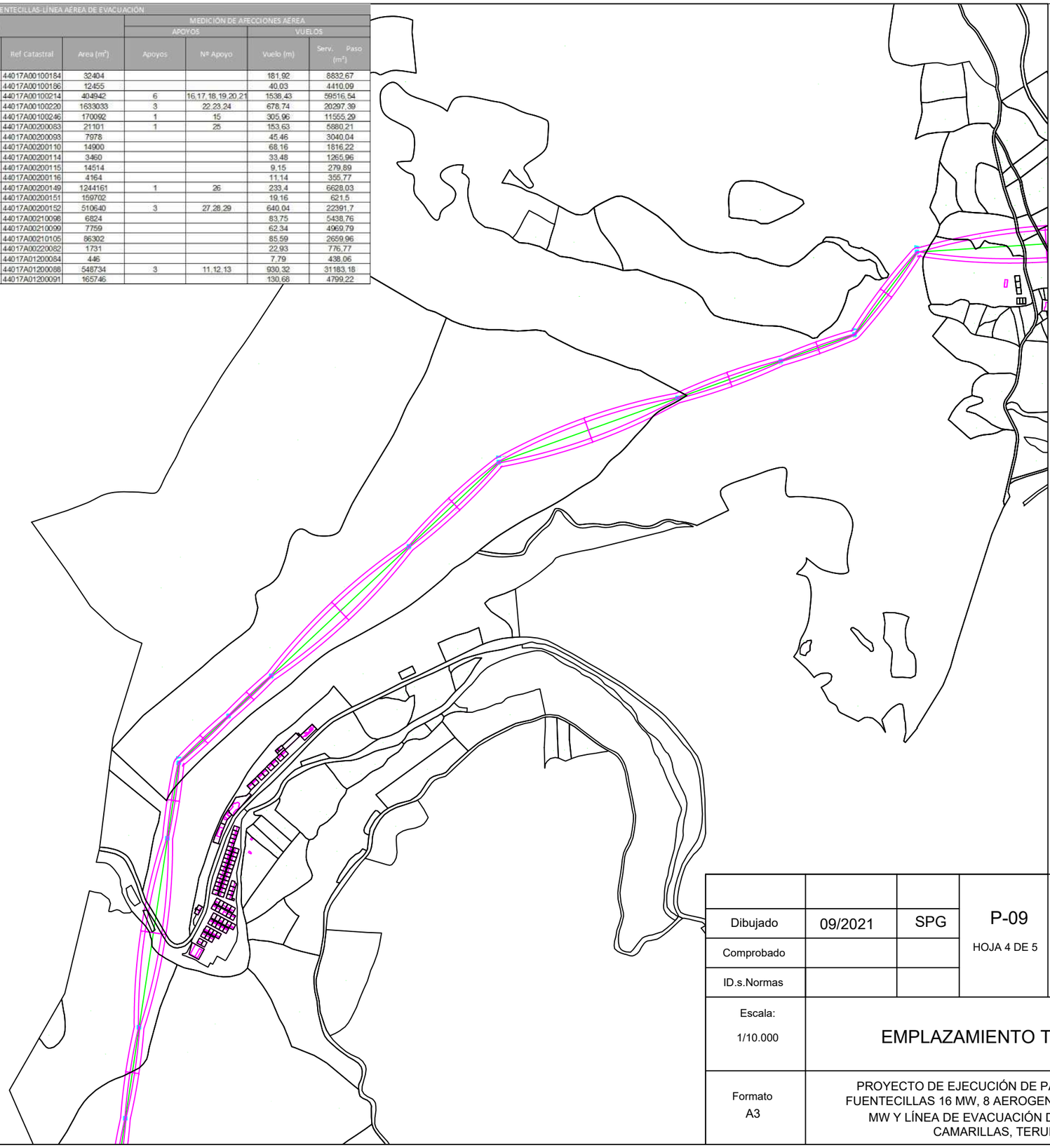


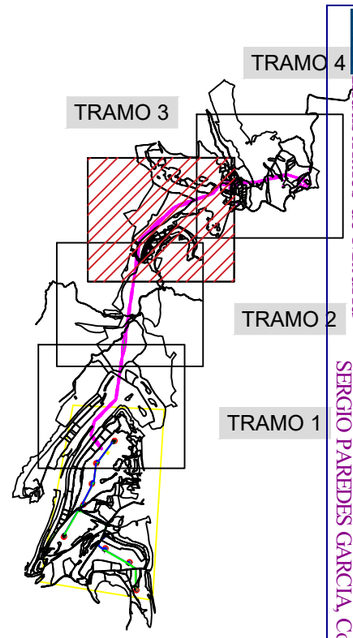


Dibujado	09/2021	SPG	P-09 HOJA 3 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 2			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar su documento en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PARQUE EÓLICO LAS FUENTECILLAS-LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN										
NÚMERO AFECCION	DATOS PARCELA						MEDICIÓN DE AFECCIONES AÉREA			
							APOYOS		VUELOS	
	Provincia	Termino Municipal	Polígono	Parcela	Ref Catastral	Area (m²)	Apoyos	Nº Apoyo	Vuelo (m)	Serv. Paso (m²)
1	TERUEL	ALIAGA	1	184	44017A00100184	32404			181,92	8832,67
2	TERUEL	ALIAGA	1	186	44017A00100186	12455			40,03	4410,09
3	TERUEL	ALIAGA	1	214	44017A00100214	404942	6	16,17,18,19,20,21	1538,43	59516,54
4	TERUEL	ALIAGA	1	220	44017A00100220	1633033	3	22,23,24	678,74	20297,39
5	TERUEL	ALIAGA	1	246	44017A00100246	170092	1	15	305,96	11555,29
6	TERUEL	ALIAGA	2	83	44017A00200083	21101	1	25	153,63	5880,21
7	TERUEL	ALIAGA	2	93	44017A00200093	7978			45,46	3040,04
8	TERUEL	ALIAGA	2	110	44017A00200110	14900			68,16	1816,22
9	TERUEL	ALIAGA	2	114	44017A00200114	3460			33,48	1265,96
10	TERUEL	ALIAGA	2	115	44017A00200115	14514			9,15	279,89
11	TERUEL	ALIAGA	2	116	44017A00200116	4164			11,14	355,77
12	TERUEL	ALIAGA	2	149	44017A00200149	1244161	1	26	233,4	6628,03
13	TERUEL	ALIAGA	2	151	44017A00200151	159702			19,16	621,5
14	TERUEL	ALIAGA	2	152	44017A00200152	510640	3	27,28,29	640,04	22391,7
15	TERUEL	ALIAGA	2	10098	44017A00210098	6824			83,75	5438,76
16	TERUEL	ALIAGA	2	10099	44017A00210099	7759			62,34	4969,79
17	TERUEL	ALIAGA	2	10105	44017A00210105	86302			85,59	2659,96
18	TERUEL	ALIAGA	2	20082	44017A00220082	1731			22,93	776,77
19	TERUEL	ALIAGA	12	84	44017A01200084	446			7,79	438,06
20	TERUEL	ALIAGA	12	88	44017A01200088	548734	3	11,12,13	930,32	31183,18
21	TERUEL	ALIAGA	12	91	44017A01200091	165746			130,68	4799,22

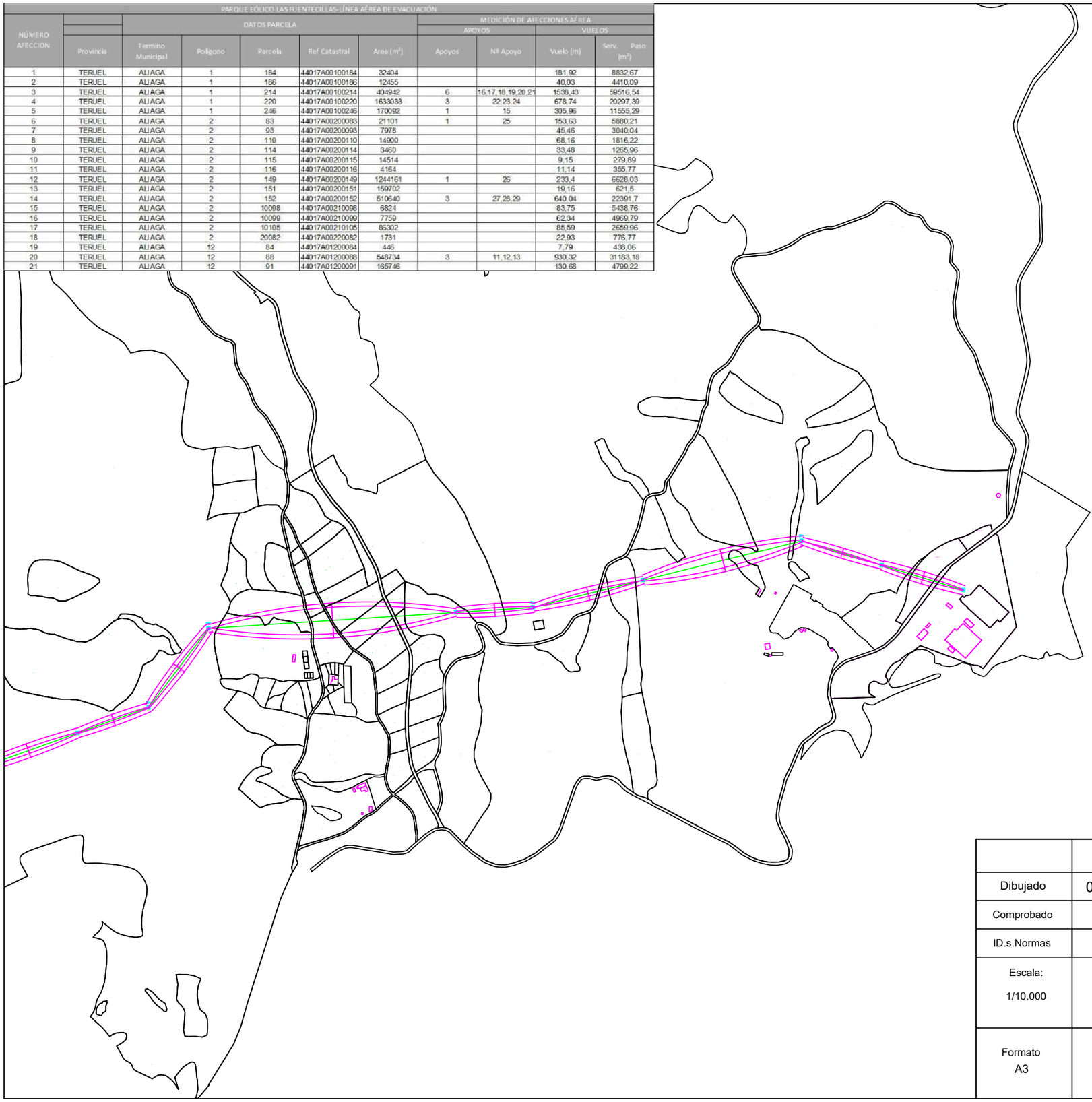


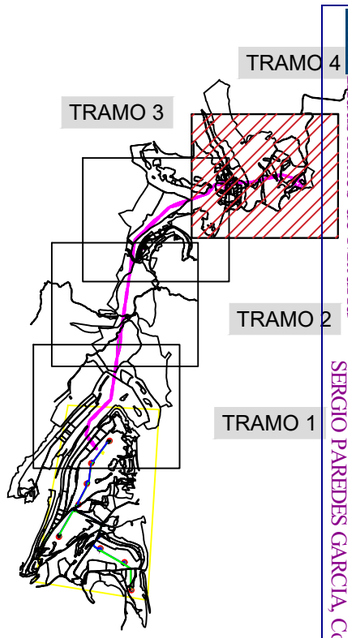


Dibujado	09/2021	SPG	P-09 HOJA 4 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 3			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en: https://www.cgitimadrid.es/validar-documento
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

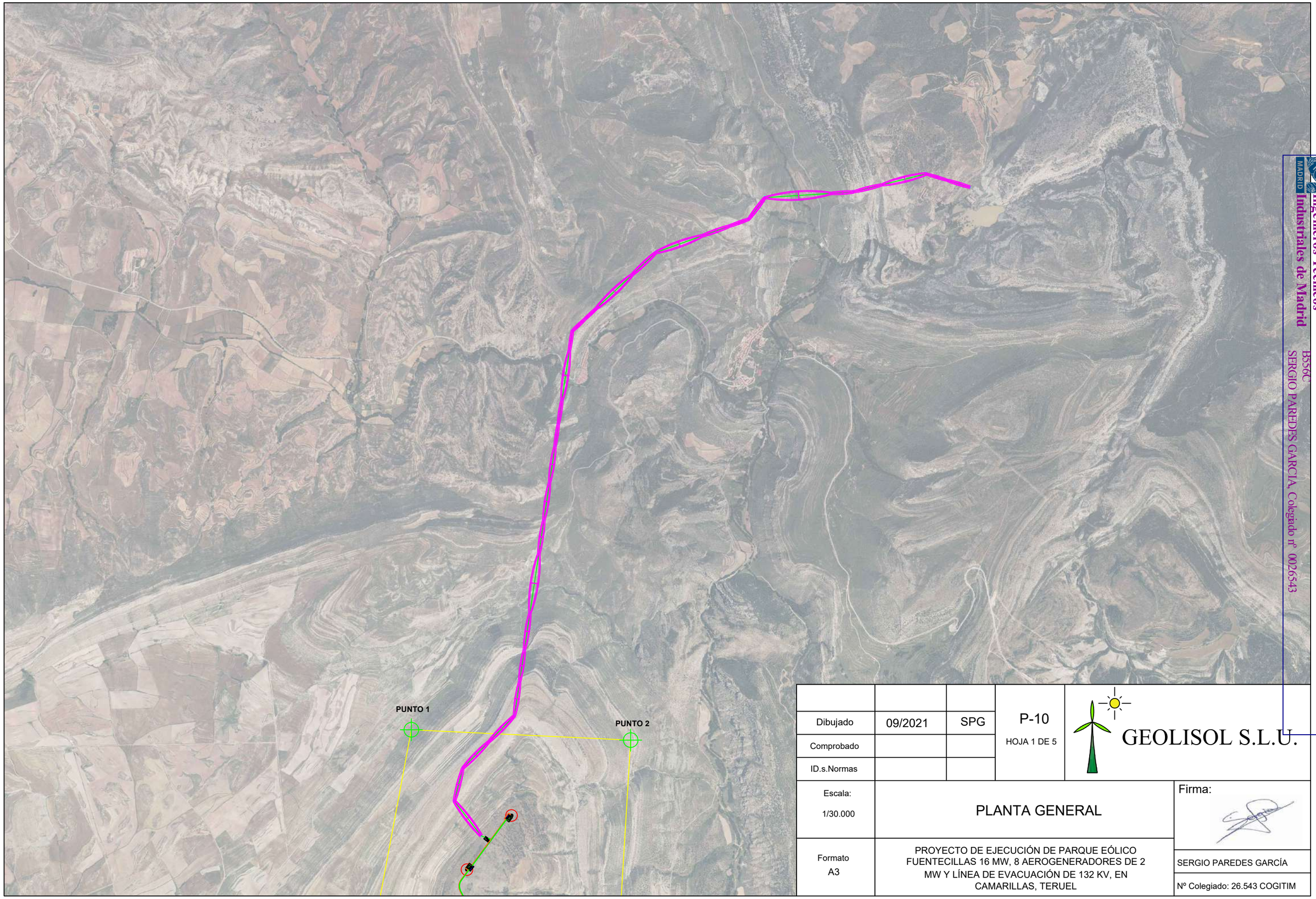
PARQUE EÓLICO LAS FUENTECILLAS-LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN										
NÚMERO AFECCION	DATOS PARCELA						MEDICIÓN DE AFECCIONES AÉREA			
							APOYOS		VUELOS	
	Provincia	Termino Municipal	Poligono	Parcela	Ref Catastral	Area (m²)	Apoyos	Nº Apoyo	Vuelo (m)	Serv. Paso (m²)
1	TERUEL	ALIAGA	1	184	44017A00100184	32404			181,92	8832,67
2	TERUEL	ALIAGA	1	186	44017A00100186	12455			40,03	4410,09
3	TERUEL	ALIAGA	1	214	44017A00100214	404942	6	16,17,18,19,20,21	1538,43	59516,54
4	TERUEL	ALIAGA	1	220	44017A00100220	1633033	3	22,23,24	678,74	20297,39
5	TERUEL	ALIAGA	1	246	44017A00100246	170092	1	15	305,96	11555,29
6	TERUEL	ALIAGA	2	83	44017A00200083	21101	1	25	153,63	5880,21
7	TERUEL	ALIAGA	2	93	44017A00200093	7978			45,46	3040,04
8	TERUEL	ALIAGA	2	110	44017A00200110	14900			68,16	1816,22
9	TERUEL	ALIAGA	2	114	44017A00200114	3460			33,48	1265,96
10	TERUEL	ALIAGA	2	115	44017A00200115	14514			9,15	279,89
11	TERUEL	ALIAGA	2	116	44017A00200116	4164			11,14	355,77
12	TERUEL	ALIAGA	2	149	44017A00200149	1244161	1	26	233,4	6628,03
13	TERUEL	ALIAGA	2	151	44017A00200151	159702			19,16	621,5
14	TERUEL	ALIAGA	2	152	44017A00200152	510640	3	27,28,29	640,04	22391,7
15	TERUEL	ALIAGA	2	10098	44017A00210098	6824			83,75	5438,76
16	TERUEL	ALIAGA	2	10099	44017A00210099	7759			62,34	4969,79
17	TERUEL	ALIAGA	2	10105	44017A00210105	86302			85,59	2659,96
18	TERUEL	ALIAGA	2	20082	44017A00220082	1731			22,93	776,77
19	TERUEL	ALIAGA	12	84	44017A01200084	446			7,79	438,06
20	TERUEL	ALIAGA	12	88	44017A01200088	548734	3	11,12,13	930,32	31183,18
21	TERUEL	ALIAGA	12	91	44017A01200091	165746			130,68	4799,22





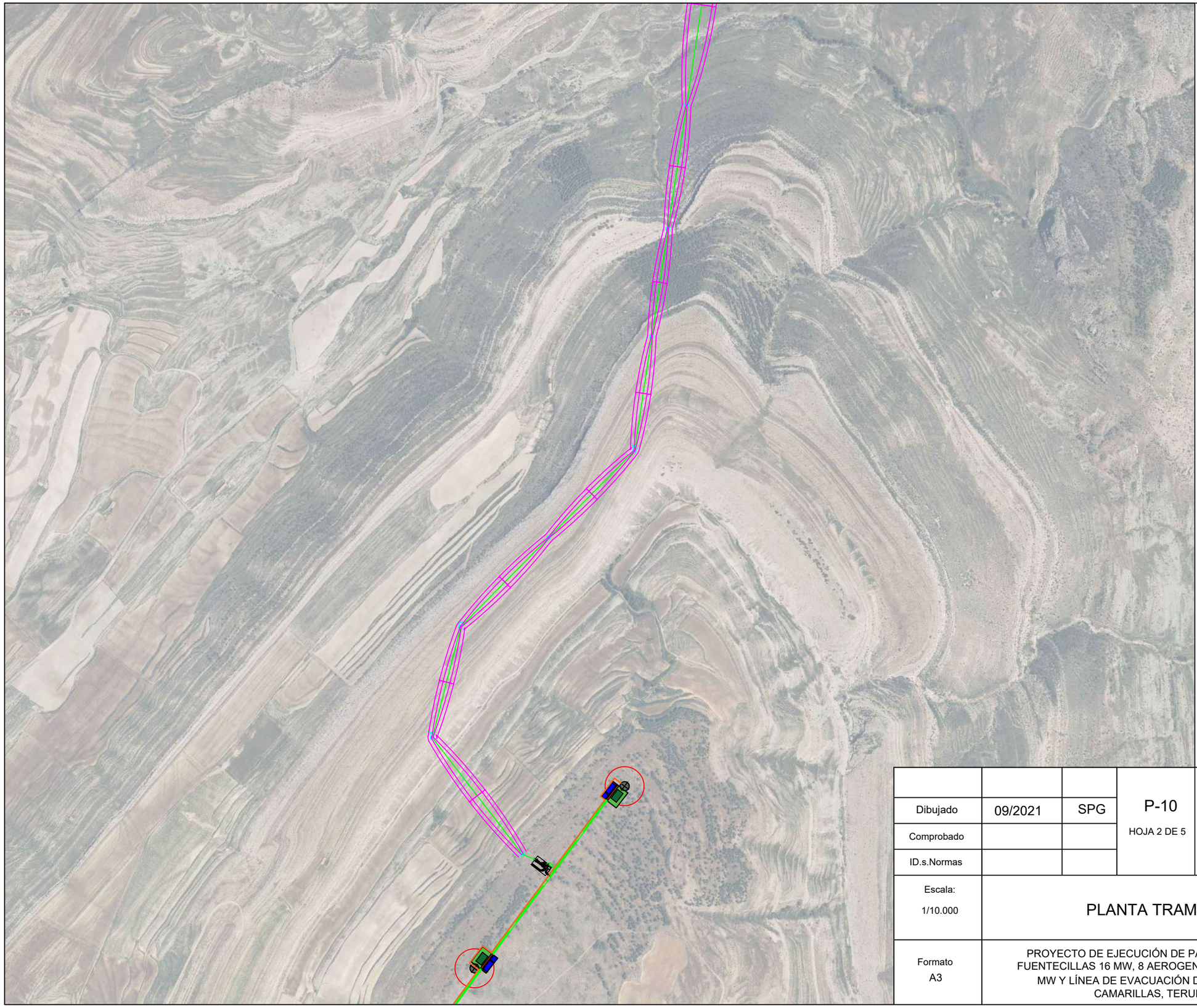
Dibujado	09/2021	SPG	P-09 HOJA 5 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 4			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

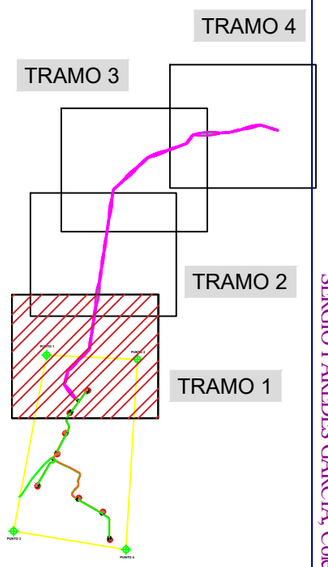
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 21093501/01 el día 30/07/2021 Puede validar el documento en: https://www.cgitim.es/validar
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO



			P-10 HOJA 1 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2021	SPG		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/30.000	PLANTA GENERAL			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

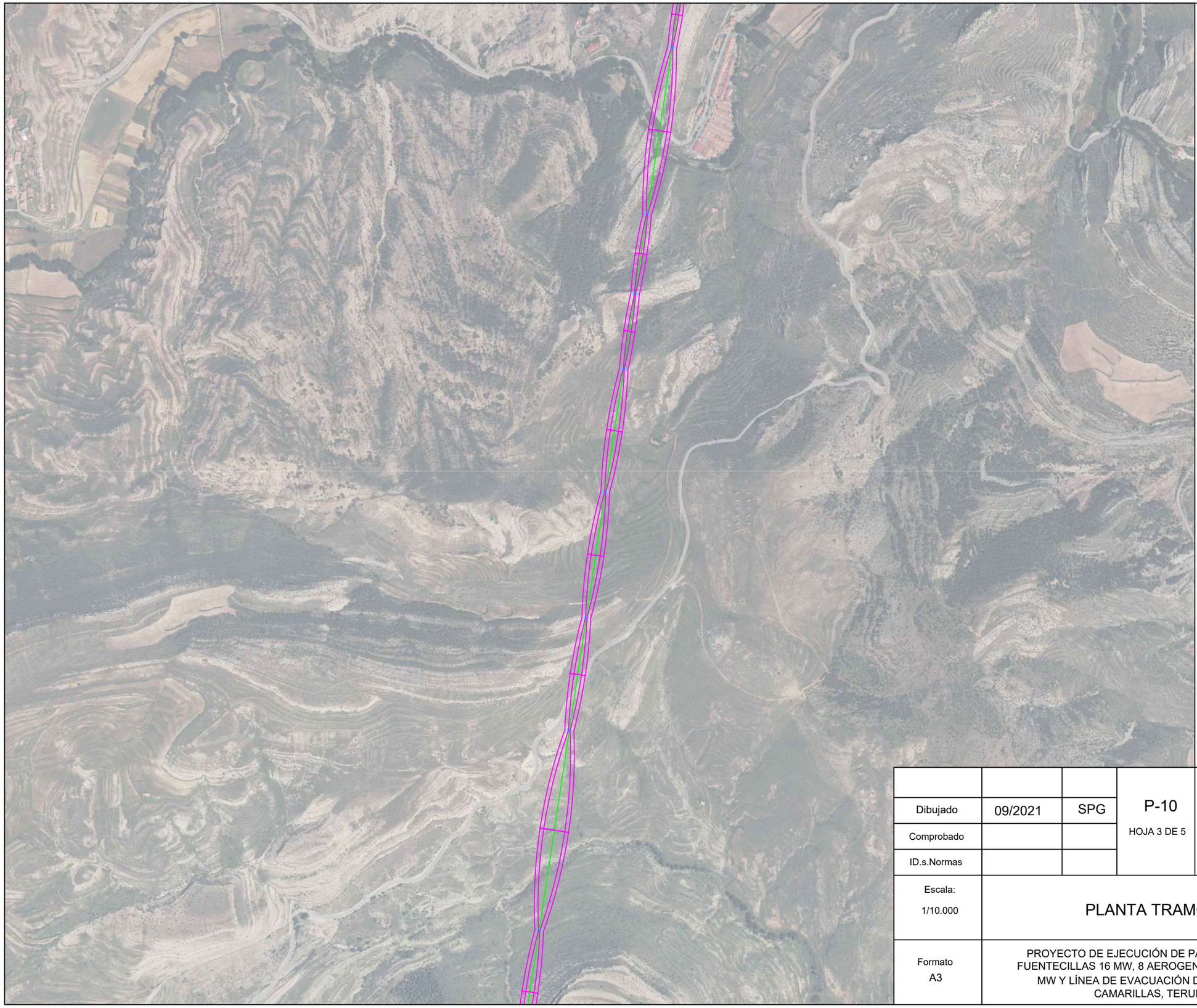
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar este documento en www.colegioingenieros.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

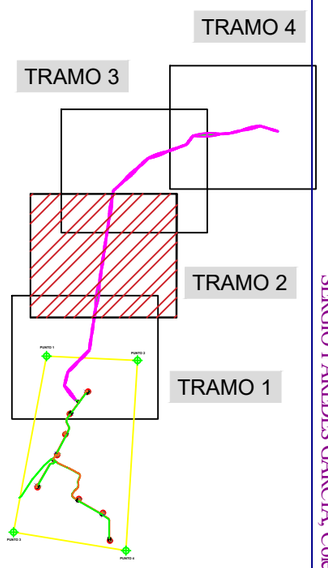




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.coitimadrid.es
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

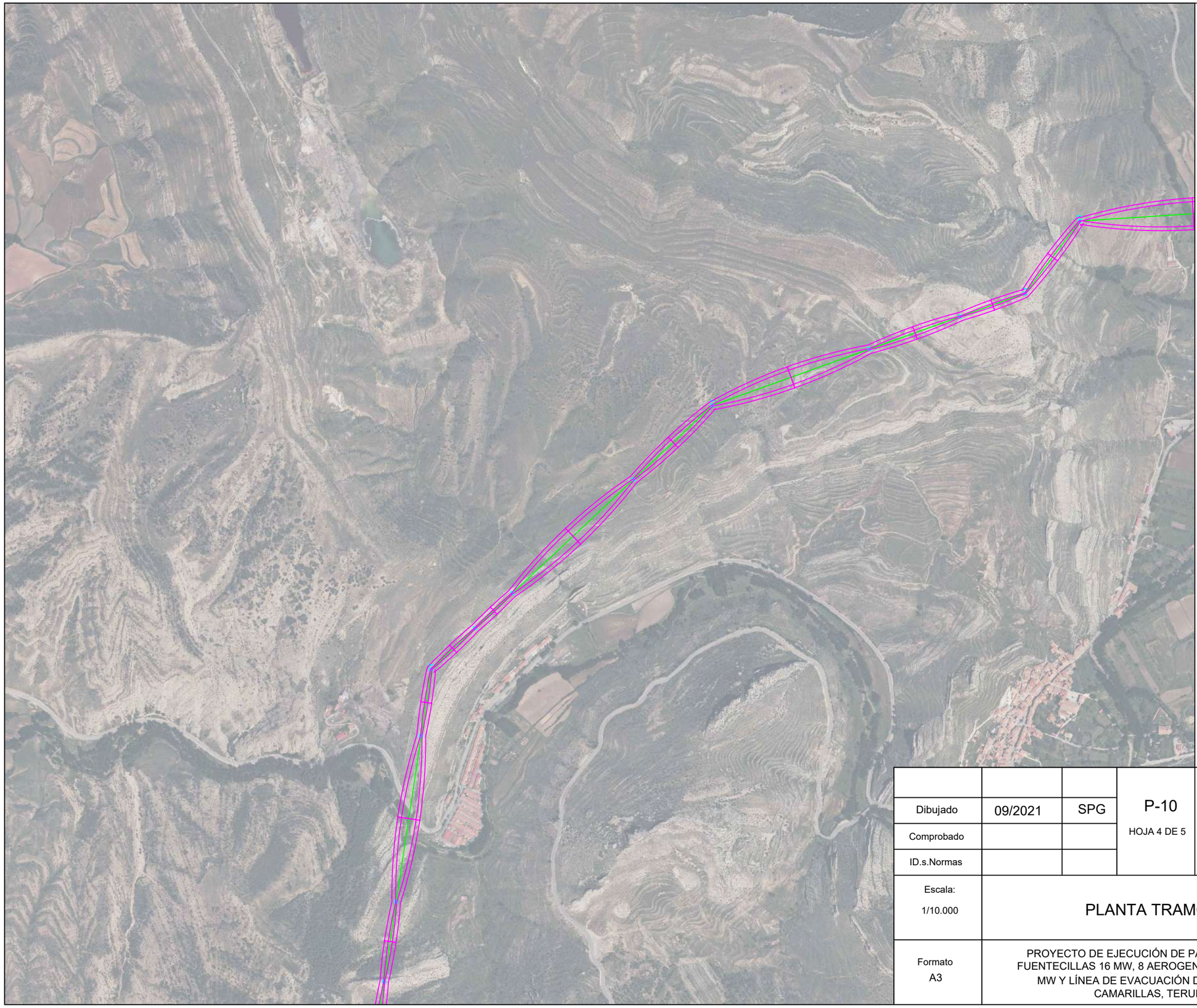
Dibujado	09/2021	SPG	P-10 HOJA 2 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	PLANTA TRAMO 1			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

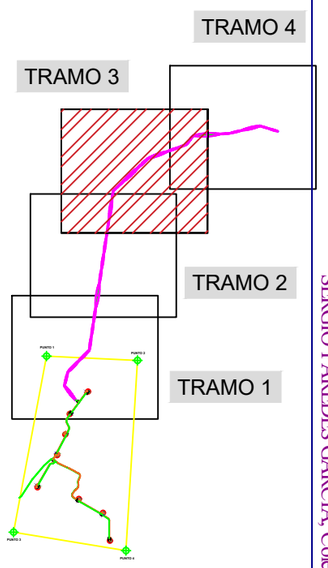




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021. Puede validar el documento en www.coitimadrid.com
VISADO

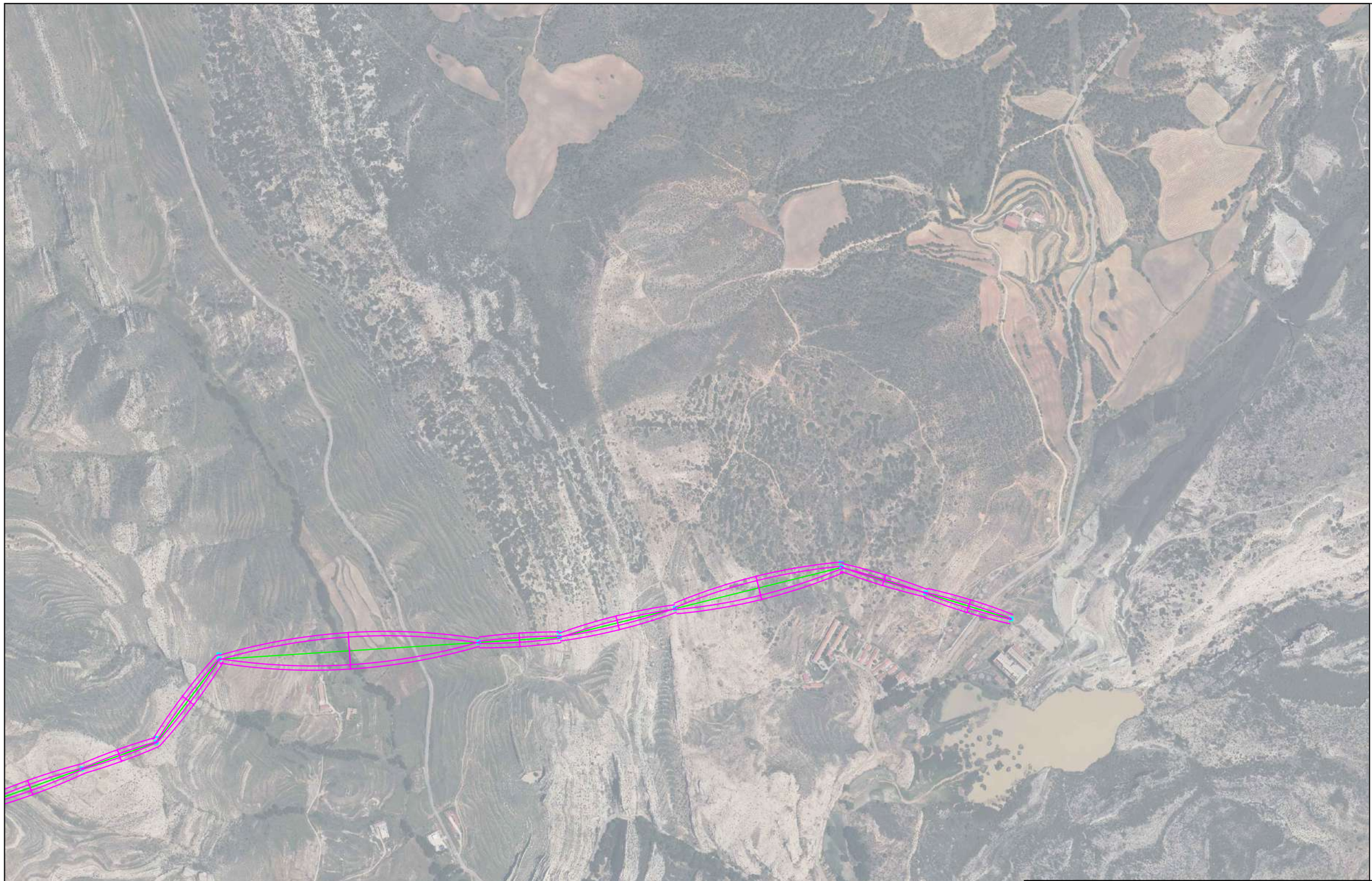
Dibujado	09/2021	SPG	P-10 HOJA 3 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	PLANTA TRAMO 2			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

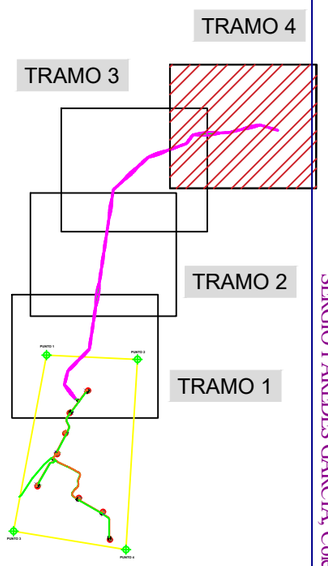




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
Documento registrado con el número: 2109350/01 el día 30/09/2021 Puede validar el documento en www.coitimadrid.com
VISADO

Dibujado	09/2021	SPG	P-10 HOJA 4 DE 5	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	PLANTA TRAMO 3			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM





Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
B556C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
Documento registrado con el número: 21092350/01 el día 30/09/2021 Puede validar el documento en: www.colegioingenieros.es
VISADO

Dibujado	09/2021	SPG	P-10 HOJA 5 de 5	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	PLANTA TRAMO 4			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Planta

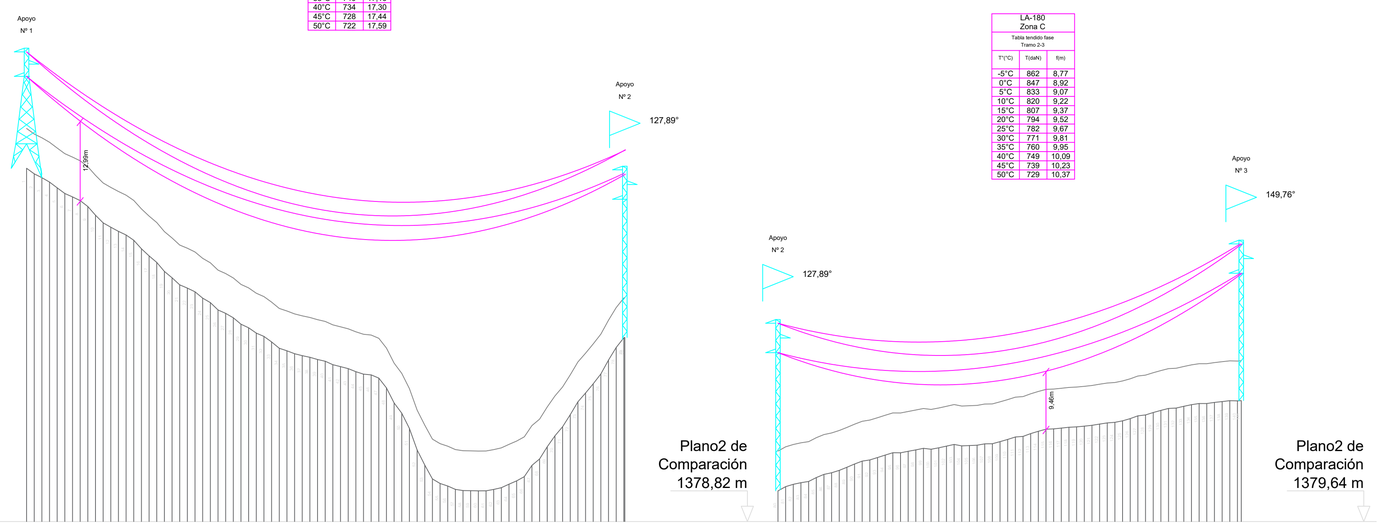
PLANTA:
1/1000

PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 1-2		
T°(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	795	15,97
0°C	787	16,12
5°C	780	16,28
10°C	773	16,43
15°C	766	16,57
20°C	759	16,72
25°C	753	16,87
30°C	746	17,01
35°C	740	17,16
40°C	734	17,30
45°C	728	17,44
50°C	722	17,59

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 2-3		
T°(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	862	8,77
0°C	847	8,92
5°C	833	9,07
10°C	820	9,22
15°C	807	9,37
20°C	794	9,52
25°C	782	9,67
30°C	771	9,81
35°C	760	9,95
40°C	749	10,09
45°C	739	10,23
50°C	729	10,37

Perfil

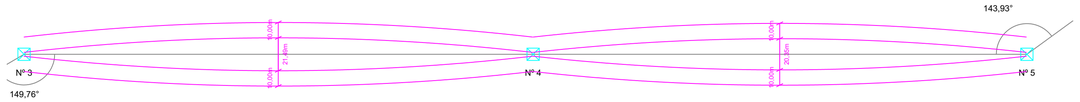


Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico				
	Distancias	Parciales	0,0 / 390,6	390,6 / 302,5	
		Al origen	0,0 / 390,6	390,6 / 693,1	
	Cotas del terreno		1411,4 / 1383,8	1383,8 / 1398,6	
	Num. y longitud de las parcelas				
Apoyos	Número	Nº 1	Nº 2		Nº 3
	Ángulo	--	127,89°		149,76°
	Tipo	AN.14000R-S.20.25-15	C-9000-30-1,2		C-7000-28-1,2
	Función	P.Línea	Áng-Anclaje		Áng-Anclaje
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo		Tresbolillo
	Separación de fases	4,00	3,84		3,46
	Tipo armado	AN.14000R-S.20.25-	TB-24-ATC-15		TB-24-ATC-12
	Altura útil cruceta inferior	15,00 m	22,56 m		20,78 m
	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Amarre		Amarre
Cimen-tación	Lado	1,89 m	2,85 m		2,68 m
	Profundidad	3,39 m	3,24 m		3,02 m
	Excavación	12,11 m3	26,32 m3		21,69 m3
	Hormigonado	12,82 m3	27,94 m3		23,13 m3
Vanos	Número	Nº 1		Nº 2	
	Longitud	390,64 m		302,49 m	
	Desnivel	-22,61 m		14,74 m	
Vano regul.	Número	Nº 1		Nº 2	
	Cons. de catenaria y longitud	K=1071 a 0°C+H - 391 m		K=1069 a 0°C+H - 302 m	
	Apoyo inicial y final	Nº 1 - Nº 2		Nº 2 - Nº 3	

Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 1 DE 9	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	PERFIL LÍNEA AÉREA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 210025101 el día
BY5AC
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

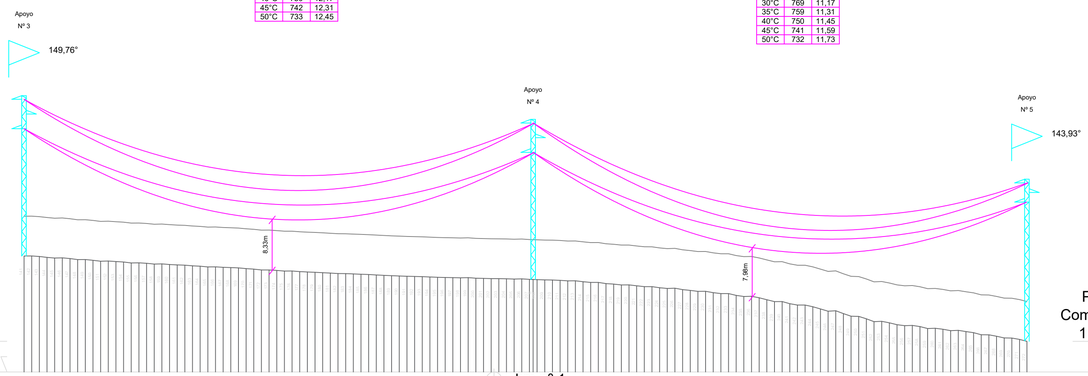
PLANTA:
1/1000



PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 3-4		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	842	10,83
0°C	831	10,99
5°C	819	11,14
10°C	808	11,29
15°C	798	11,44
20°C	788	11,59
25°C	778	11,74
30°C	768	11,89
35°C	759	12,03
40°C	750	12,17
45°C	742	12,31
50°C	733	12,45

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 4-5		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	849	10,12
0°C	836	10,27
5°C	824	10,43
10°C	812	10,58
15°C	801	10,73
20°C	790	10,88
25°C	779	11,02
30°C	769	11,17
35°C	759	11,31
40°C	750	11,45
45°C	741	11,59
50°C	732	11,73



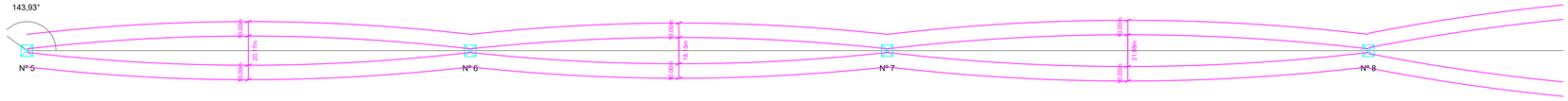
Plano2 de
Comparación
1123,22 m

Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico		km nº 1		
	Distancias	Parciales	302,5 / 332,4 / 322,4		
		Al origen	693,1 / 1025,6 / 1348,0		
	Cotas del terreno		1388,6 / 1394,7 / 1384,8		
	Num. y longitud de las parcelas				
Apoyos	Número		Nº 4		Nº 5
	Ángulo		--		143,93°
	Tipo		C-4500-TR-28-1,2		
	Función		Ali-Amarre		Áng-Anclaje
	Montaje		Tresbolillo		Tresbolillo
	Separación de fases		3,46		3,26
	Tipo armado		TB-24-ATC-12		
	Altura útil cruceta inferior		20,74 m		22,73 m
	Tipo de cadena-elementos		Amarre		Amarre
Cimen-tación	Lado		1,78 m		
	Profundidad		3,06 m		
	Excavación		9,70 m3		
	Hormigonado		10,33 m3		
Vanos	Número	Nº 3		Nº 4	
	Longitud	332,42 m		322,42 m	
	Desnivel	-3,82 m		-7,37 m	
Vano regul.	Número	Nº 3		Nº 4	
	Cons. de catenaria y longitud	K=1079 a 0°C+H - 332 m		K=1076 a 0°C+H - 322 m	
	Apoyo inicial y final	Nº 3 - Nº 4		Nº 4 - Nº 5	

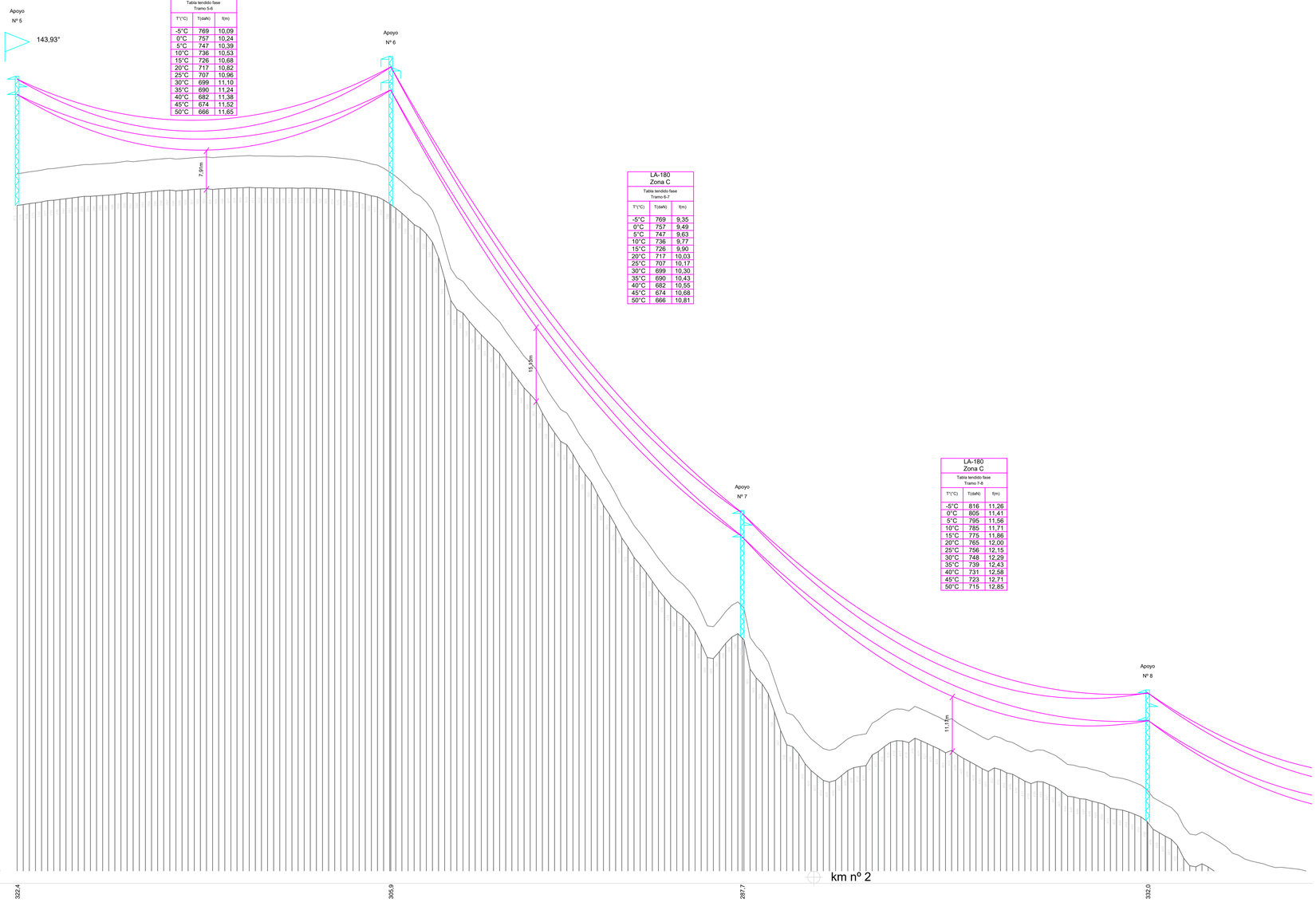
Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 2 DE 9	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	PERFIL LÍNEA AÉREA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 210935011 el día
IS536
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PLANTA:
1/1000



PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500



LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 5-6		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	769	10,09
0°C	757	10,24
5°C	747	10,39
10°C	736	10,53
15°C	726	10,68
20°C	717	10,82
25°C	707	10,96
30°C	699	11,10
35°C	690	11,24
40°C	682	11,38
45°C	674	11,52
50°C	666	11,65

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 6-7		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	769	9,35
0°C	757	9,49
5°C	747	9,63
10°C	736	9,77
15°C	726	9,90
20°C	717	10,03
25°C	707	10,17
30°C	699	10,30
35°C	690	10,43
40°C	682	10,55
45°C	674	10,68
50°C	666	10,81

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 7-8		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	816	11,26
0°C	805	11,41
5°C	795	11,56
10°C	785	11,71
15°C	775	11,86
20°C	765	12,00
25°C	756	12,15
30°C	748	12,29
35°C	739	12,43
40°C	731	12,58
45°C	723	12,71
50°C	715	12,85

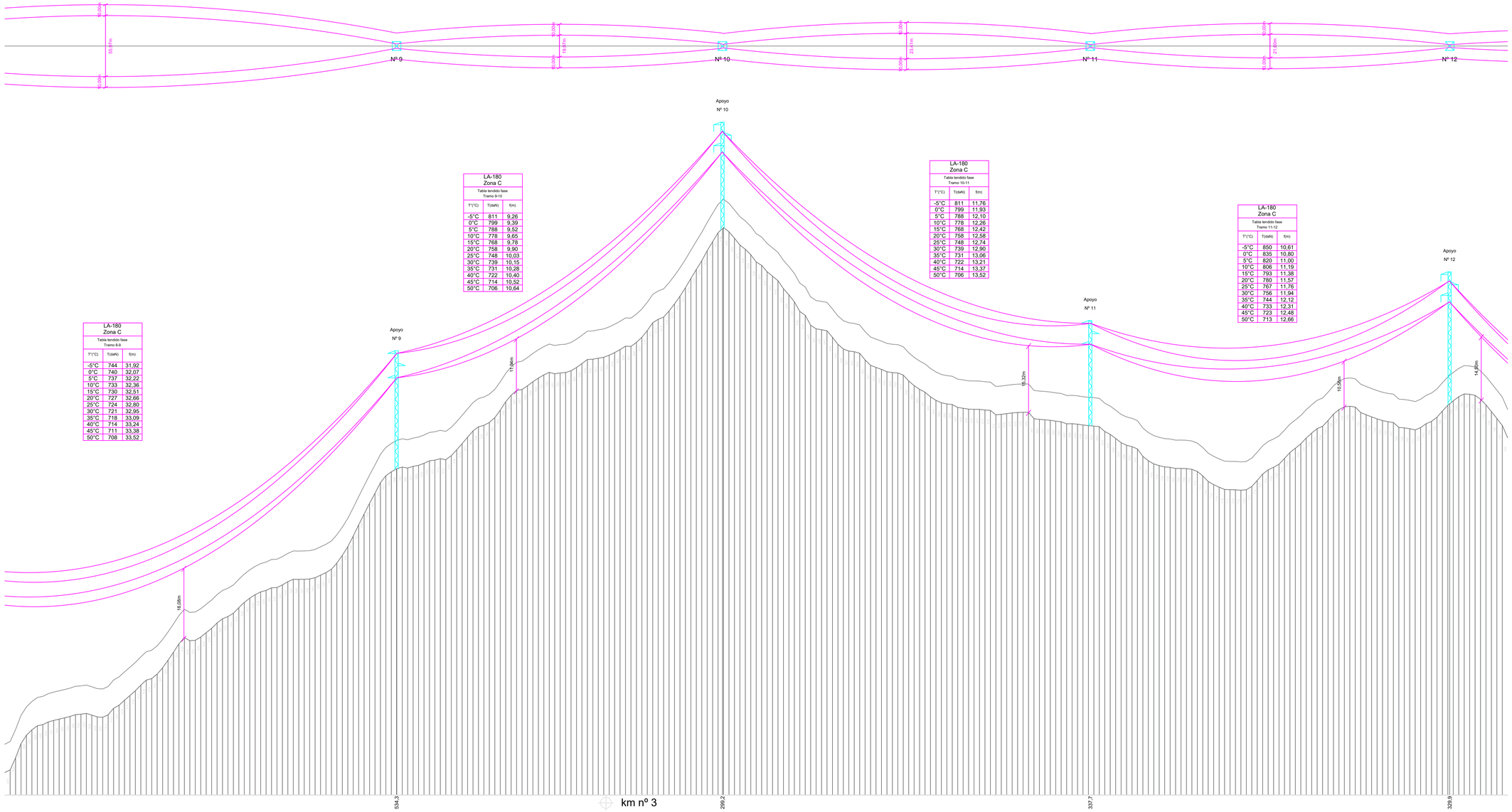
Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico				
	Distancias	Parciales	322,4	305,9	297,7	332,0
		Al origen	1346,0 / 1653,8	1941,6	2273,5
	Cotas del terreno		1384,6	1384,8	1296,1	1258,4
	Num. y longitud de las parcelas					
Apoyos	Número			Nº 6	Nº 7	Nº 8
	Ángulo			--	--	--
	Tipo			C-2000-30-1,2	C-4500-TR-28-1,2	C-13000-30-0,7
	Función			Ali-Suspensión	Ali-Amarre	Ali-Amarre
	Montaje			Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo
	Separación de fases			3,46	3,46	4,88
	Tipo armado			TB-24-ATC-12	TB-24-ATC-12	TB-28-
	Altura útil cruceta inferior			23,41 m	20,70 m	20,89 m
	Tipo de cadena-elementos			Suspensión	Amarre	Amarre
Cimen-tación	Lado			1,75 m	1,78 m	2,95 m
	Profundidad			2,39 m	3,10 m	3,51 m
	Excavación			7,32 m3	9,82 m3	30,55 m3
	Hormigonado			7,93 m3	10,46 m3	32,29 m3
Vanos	Número		Nº 5	Nº 6	Nº 7	
	Longitud		305,87 m	287,73 m	331,96 m	
	Desnivel		-1,81 m	-89,42 m	-37,70 m	
Vano regul.	Número			Nº 5	Nº 6	
	Cons. de catenaria y longitud			K=990 a 0°C+H - 298 m	K=1056 a 0°C+H - 332 m	
	Apoyo inicial y final			Nº 5 - Nº 7	Nº 7 - Nº 8	

Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 3 DE 9	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	PERFIL LÍNEA AÉREA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA
				Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el intereso: 210035101.cd.dln
ES76K
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PLANTA:
1/1000

PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500



LA-180
Zona C
Tabla tendido fase
Tramo 8-9

T°(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	744	31,92
0°C	740	32,07
5°C	737	32,22
10°C	733	32,36
15°C	730	32,51
20°C	727	32,66
25°C	724	32,80
30°C	721	32,95
35°C	718	33,09
40°C	714	33,24
45°C	711	33,38
50°C	708	33,52

LA-180
Zona C
Tabla tendido fase
Tramo 9-10

T°(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	811	9,26
0°C	799	9,39
5°C	788	9,52
10°C	778	9,65
15°C	768	9,78
20°C	758	9,90
25°C	748	10,03
30°C	739	10,15
35°C	731	10,28
40°C	722	10,40
45°C	714	10,52
50°C	706	10,64

LA-180
Zona C
Tabla tendido fase
Tramo 10-11

T°(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	811	11,76
0°C	799	11,93
5°C	788	12,10
10°C	778	12,26
15°C	768	12,42
20°C	758	12,58
25°C	748	12,74
30°C	739	12,90
35°C	731	13,06
40°C	722	13,21
45°C	714	13,37
50°C	706	13,52

LA-180
Zona C
Tabla tendido fase
Tramo 11-12

T°(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	850	10,61
0°C	835	10,80
5°C	820	11,00
10°C	806	11,19
15°C	793	11,38
20°C	780	11,57
25°C	767	11,76
30°C	756	11,94
35°C	744	12,12
40°C	733	12,31
45°C	723	12,48
50°C	713	12,66

Datos topográf.	Distancias	Parciales	534,3	299,2	337,7	329,9
		Al origen	2807,8	3107,0	3444,7	3774,6
	Cotas del terreno		1291,7	1346,8	1301,6	1306,6
	Num. y longitud de las parcelas					
Apoyos	Número		Nº 9	Nº 10	Nº 11	Nº 12
	Ángulo		--	--	--	--
	Tipo		C-13000-30-0,7	C-2000-24-1,2	C-4500-TR-26-1,2	C-2000-30-1,2
	Función		Ali-Amarre	Ali-Suspensión	Ali-Amarre	Ali-Suspensión
	Montaje		Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo
	Separación de fases		4,88	3,84	3,46	3,46
	Tipo armado		TB-28-	TB-24-ATC-15	TB-24-ATC-12	TB-24-ATC-12
	Altura útil cruceta inferior		20,89 m	17,48 m	18,75 m	23,36 m
	Tipo de cadena-elementos		Amarre	Suspensión	Amarre	Suspensión
Cimen-tación	Lado		2,95 m	1,54 m	1,72 m	1,75 m
	Profundidad		3,51 m	2,32 m	3,05 m	2,44 m
	Excavación		30,55 m3	5,50 m3	9,02 m3	7,47 m3
	Hormigonado		32,29 m3	5,98 m3	9,61 m3	8,09 m3
Vanos	Número	Nº 8	Nº 9	Nº 10	Nº 11	
	Longitud	534,25 m	299,23 m	337,69 m	329,91 m	
	Desnivel	33,25 m	50,16 m	-42,27 m	7,04 m	
Vano regul.	Número	Nº 7	Nº 8		Nº 9	
	Cons. de catenaria y longitud	K=1061 a 0°C+H - 534 m	K=1043 a 0°C+H - 320 m		K=1047 a 0°C+H - 288 m	
	Apoyo inicial y final	Nº 8 - Nº 9	Nº 9 - Nº 11		Nº 11 - Nº 13	

Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 4 DE 9
Comprobado			
ID.s.Normas			

GEOLISOL S.L.U.

Escala: VARIAS

PERFIL LÍNEA AÉREA

Firma:

Formato A3

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL

SERGIO PAREDES GARCÍA

Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número 210935001 el día
18/5/21
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PLANTA:
1/1000

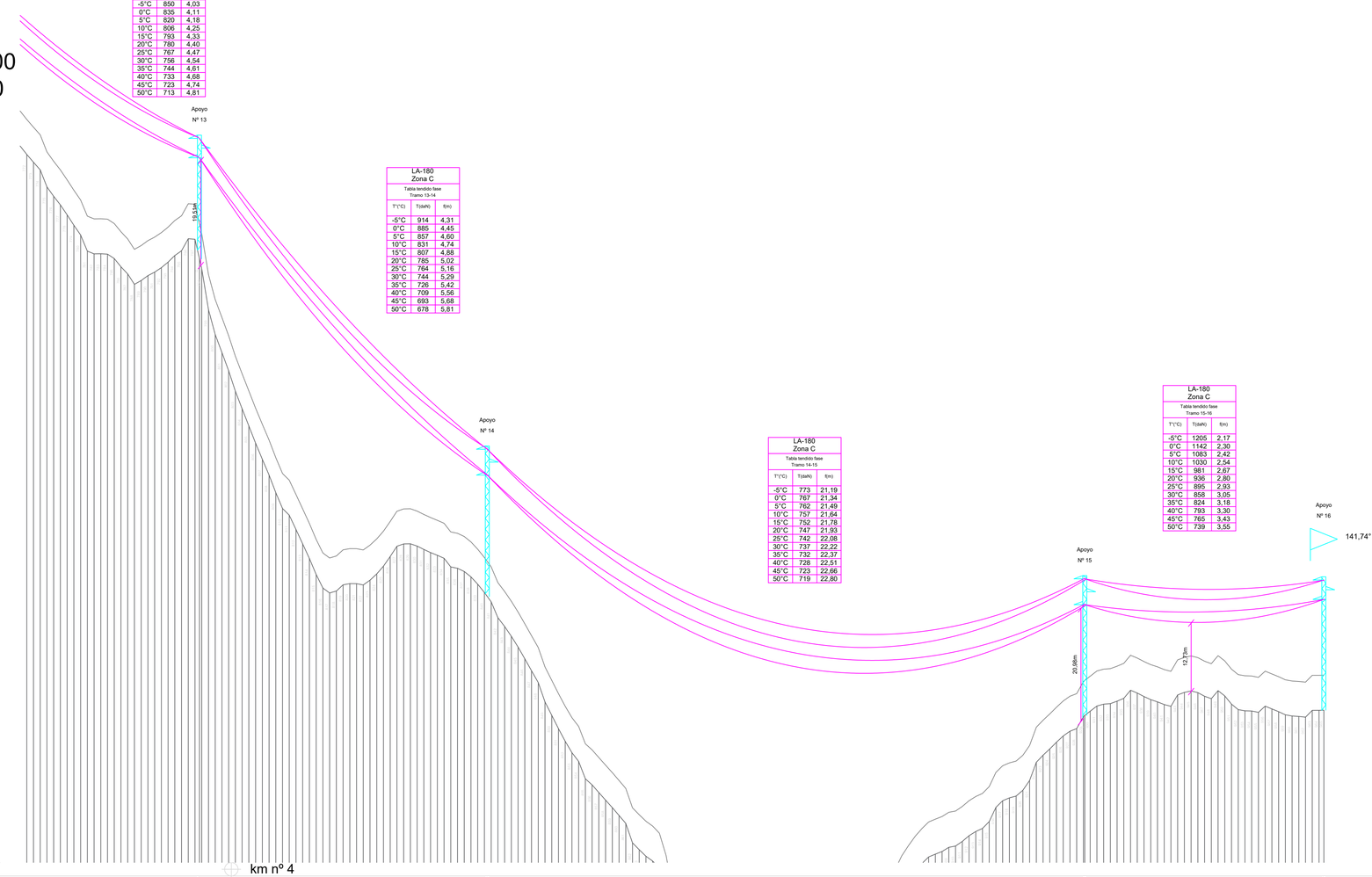
PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 12-13		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	850	4,03
0°C	835	4,11
5°C	820	4,18
10°C	806	4,25
15°C	793	4,33
20°C	780	4,40
25°C	767	4,47
30°C	756	4,54
35°C	744	4,61
40°C	733	4,68
45°C	723	4,74
50°C	713	4,81

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 13-14		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	914	4,31
0°C	885	4,45
5°C	857	4,60
10°C	831	4,74
15°C	807	4,88
20°C	785	5,02
25°C	764	5,16
30°C	744	5,29
35°C	726	5,42
40°C	709	5,56
45°C	693	5,68
50°C	678	5,81

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 14-15		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	773	21,19
0°C	767	21,34
5°C	762	21,49
10°C	757	21,64
15°C	752	21,78
20°C	747	21,93
25°C	742	22,08
30°C	737	22,22
35°C	732	22,37
40°C	728	22,51
45°C	723	22,66
50°C	719	22,80

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 15-16		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	1205	2,17
0°C	1142	2,30
5°C	1083	2,42
10°C	1030	2,54
15°C	981	2,67
20°C	936	2,80
25°C	895	2,93
30°C	858	3,05
35°C	824	3,18
40°C	793	3,30
45°C	765	3,43
50°C	739	3,55



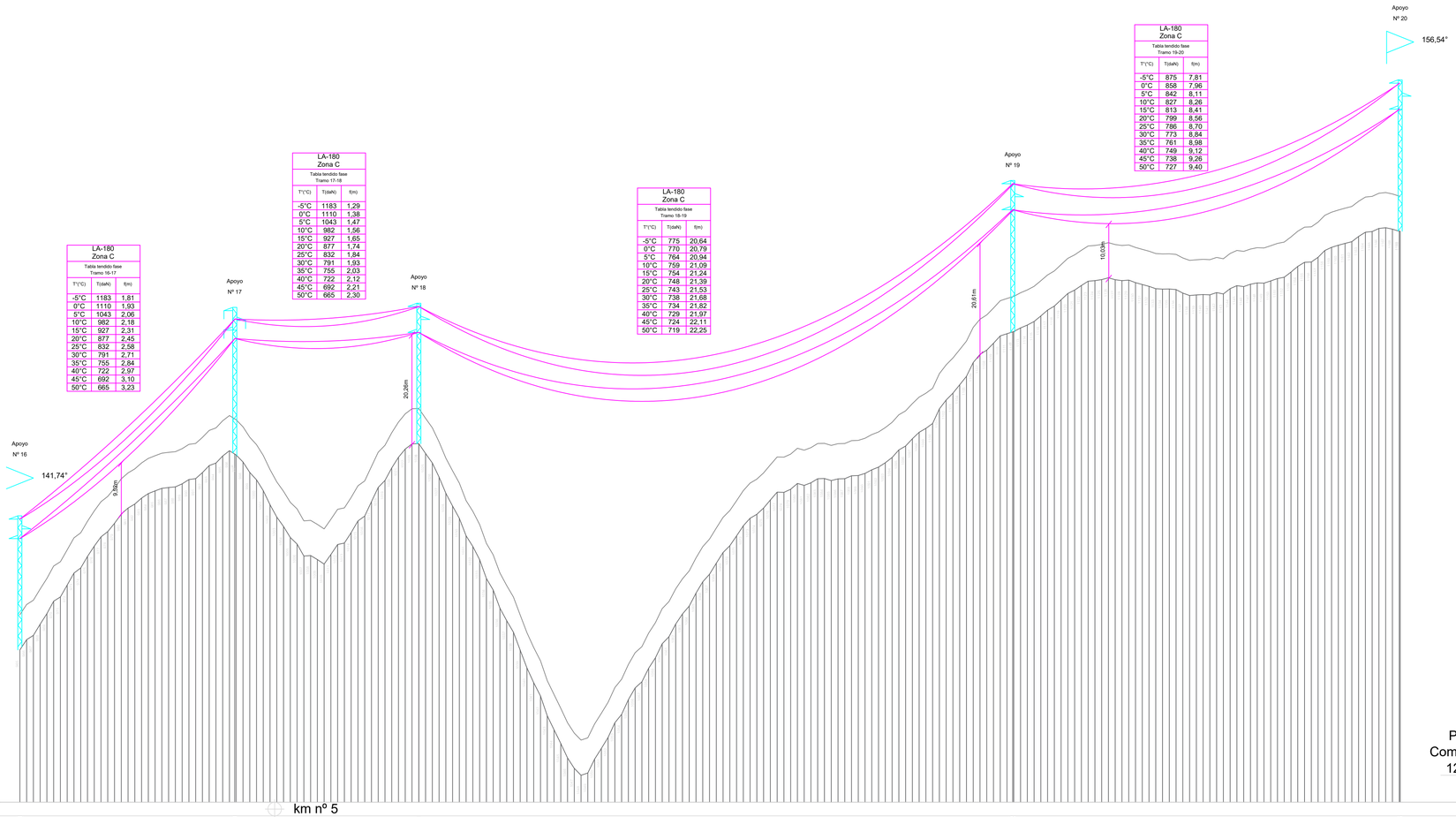
Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico	km nº 4				
	Distancias – Parciales	261,7	233,8	443,9	177,6	
	Distancias – Al origen	3976,3	4190,1	4634,0	4811,6	
	Cotas del terreno	1272,7	1210,0	1197,9	1198,9	
	Num. y longitud de las parcelas					
Apoyos	Número	Nº 13	Nº 14	Nº 15	Nº 16	
	Ángulo	--	--	--	141,74°	
	Tipo	C-4500-TR-26	C-9000-30-1,2	C-9000-28-1,2	C-9000-28	
	Función	Ali-Amarre	Ali-Amarre	Ali-Amarre	Áng-Anclaje	
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	
	Separación de fases	3,10	4,24	4,24	3,10	
	Tipo armado	TB-18-ATC-12	TB-24-ATC-17	TB-24-ATC-17	TB-18-ATC-12	
	Altura útil cruceta inferior	18,79 m	22,56 m	20,56 m	20,57 m	
	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Amarre	Amarre	Amarre	
Cimen-tación	Lado	1,72 m	2,85 m	2,68 m	2,68 m	
	Profundidad	3,01 m	3,24 m	3,24 m	3,23 m	
	Excavación	8,90 m3	26,32 m3	23,27 m3	23,20 m3	
	Hormigonado	9,50 m3	27,94 m3	24,71 m3	24,64 m3	
Vanos	Número	Nº 12	Nº 13	Nº 14	Nº 15	
	Longitud	201,67 m	213,83 m	443,89 m	177,56 m	
	Desnivel	-35,95 m	-60,70 m	-24,07 m	0,97 m	
Vano regul.	Número		Nº 10	Nº 11	Nº 12	
	Cons. de catenaria y longitud		K=993 a 0°C+H - 214 m	K=1071 a 0°C+H - 444 m	K=1044 a 0°C+H - 178 m	
	Apoyo inicial y final		Nº 13 - Nº 14	Nº 14 - Nº 15	Nº 15 - Nº 16	

Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 5 DE 9	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	PERFIL LÍNEA AÉREA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 210035011 el día
VISADO
ES576C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543

PLANTA:
1/1000

PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500



LA-180 Zona C — Tabla tendido fase Tramo 16-17

T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	1183	1,81
0°C	1110	1,93
5°C	1043	2,06
10°C	982	2,18
15°C	927	2,31
20°C	877	2,45
25°C	832	2,58
30°C	791	2,71
35°C	755	2,84
40°C	722	2,97
45°C	692	3,10
50°C	665	3,23

LA-180 Zona C — Tabla tendido fase Tramo 17-18

T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	1183	1,29
0°C	1110	1,38
5°C	1043	1,47
10°C	982	1,56
15°C	927	1,65
20°C	877	1,74
25°C	832	1,84
30°C	791	1,93
35°C	755	2,03
40°C	722	2,12
45°C	692	2,21
50°C	665	2,30

LA-180 Zona C — Tabla tendido fase Tramo 18-19

T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	775	20,64
0°C	770	20,79
5°C	764	20,94
10°C	759	21,09
15°C	754	21,24
20°C	748	21,39
25°C	743	21,53
30°C	738	21,68
35°C	734	21,82
40°C	729	21,97
45°C	724	22,11
50°C	719	22,25

LA-180 Zona C — Tabla tendido fase Tramo 19-20

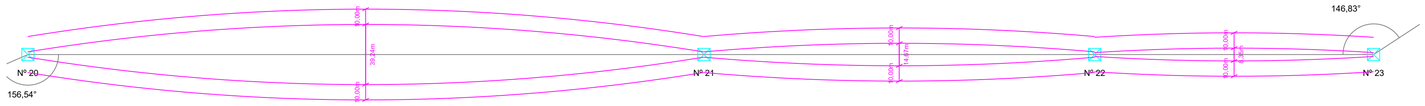
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	875	7,81
0°C	858	7,96
5°C	842	8,11
10°C	827	8,26
15°C	813	8,41
20°C	799	8,56
25°C	786	8,70
30°C	773	8,84
35°C	761	8,98
40°C	749	9,12
45°C	738	9,26
50°C	727	9,40

Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico		km nº 5			
	Distancias	Parciales	177,6	158,9	136,1	439,2	286,5
		Al origen	4811,6	4970,5	5106,6	5545,8	5832,3
	Cotas del terreno		1188,9	1225,0	1227,0	1247,6	1266,2
	Num. y longitud de las parcelas						
Apoyos	Número		Nº 17	Nº 18	Nº 19	Nº 20
	Ángulo		--	--	--	156,54°
	Tipo		C-2000-28	C-9000-28-1,2	C-9000-30-1,2	C-9000-30-1,2
	Función		Ali-Suspensión	Ali-Amarre	Ali-Amarre	Áng-Anclaje
	Montaje		Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo
	Separación de fases		3,10	4,24	4,24	4,24
	Tipo armado		TB-18-ATC-12	TB-24-ATC-17	TB-24-ATC-17	TB-24-ATC-17
	Altura útil cruceta inferior		21,37 m	20,56 m	22,57 m	22,57 m
	Tipo de cadena-elementos		Suspensión	Amarre	Amarre	Amarre
Cimen-tación	Lado		1,70 m	2,68 m	2,85 m	2,85 m
	Profundidad		2,43 m	3,24 m	3,23 m	3,23 m
	Excavación		7,02 m3	23,27 m3	26,24 m3	26,24 m3
	Hormigonado		7,60 m3	24,71 m3	27,86 m3	27,86 m3
Vanos	Número	Nº 16	Nº 17	Nº 18	Nº 19	
	Longitud	158,93 m	136,13 m	439,17 m	286,51 m	
	Desnivel	36,18 m	1,92 m	22,67 m	18,87 m	
Vano regul.	Número	Nº 13		Nº 14	Nº 15	
	Cons. de catenaria y longitud	K=962 a 0°C+H - 149 m		K=1072 a 0°C+H - 439 m	K=1064 a 0°C+H - 287 m	
	Apoyo inicial y final	Nº 16 - Nº 18		Nº 18 - Nº 19	Nº 19 - Nº 20	

Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 6 DE 9	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	PERFIL LÍNEA AÉREA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el Intercoi: 210025101 el día
ES54C
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PLANTA:
1/1000

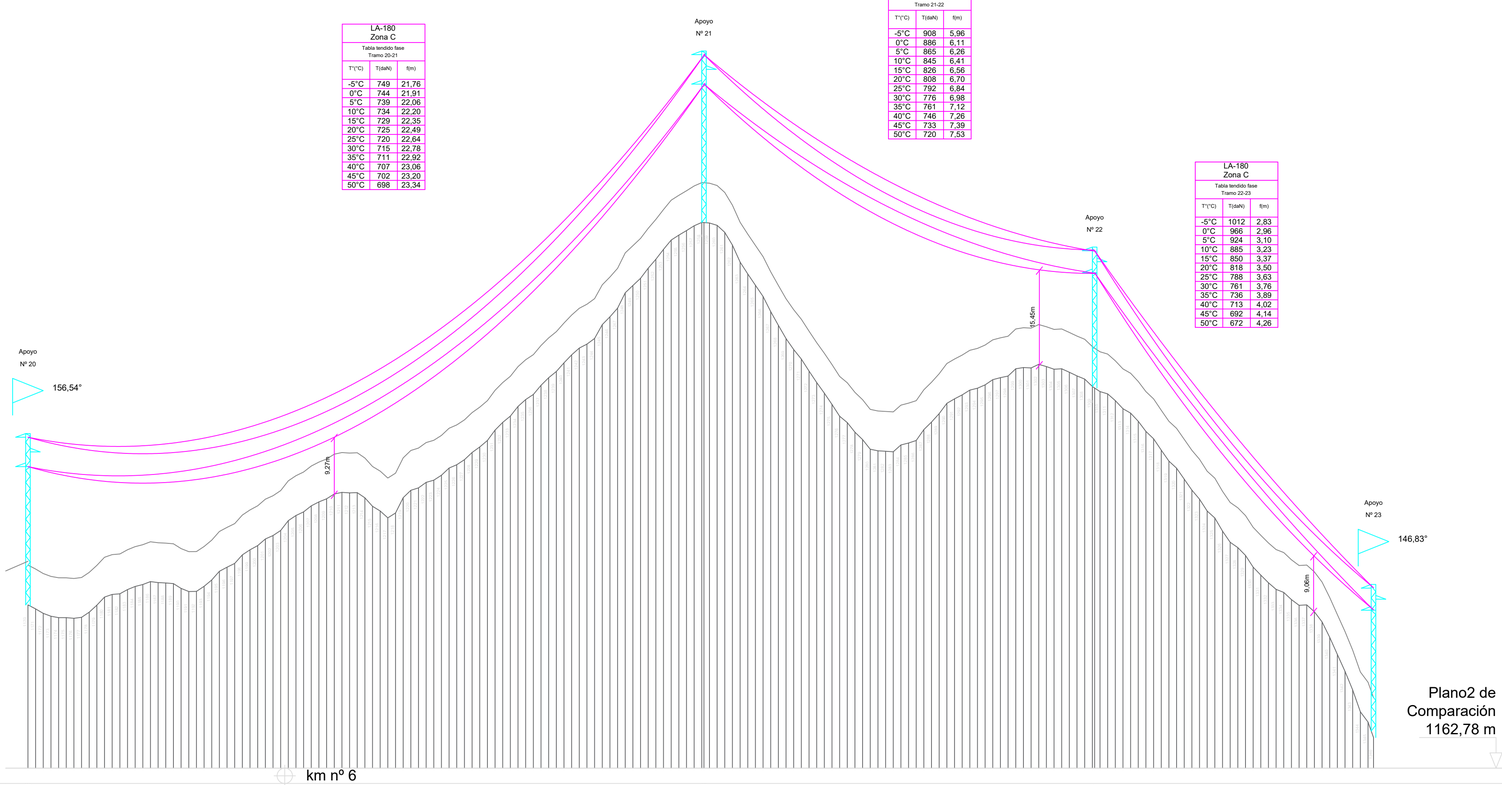


PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 20-21		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	749	21,76
0°C	744	21,91
5°C	739	22,06
10°C	734	22,20
15°C	729	22,35
20°C	725	22,49
25°C	720	22,64
30°C	715	22,78
35°C	711	22,92
40°C	707	23,06
45°C	702	23,20
50°C	698	23,34

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 21-22		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	908	5,96
0°C	886	6,11
5°C	865	6,26
10°C	845	6,41
15°C	826	6,56
20°C	808	6,70
25°C	792	6,84
30°C	776	6,98
35°C	761	7,12
40°C	746	7,26
45°C	733	7,39
50°C	720	7,53

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 22-23		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	1012	2,83
0°C	966	2,96
5°C	924	3,10
10°C	885	3,23
15°C	850	3,37
20°C	818	3,50
25°C	788	3,63
30°C	761	3,76
35°C	736	3,89
40°C	713	4,02
45°C	692	4,14
50°C	672	4,26

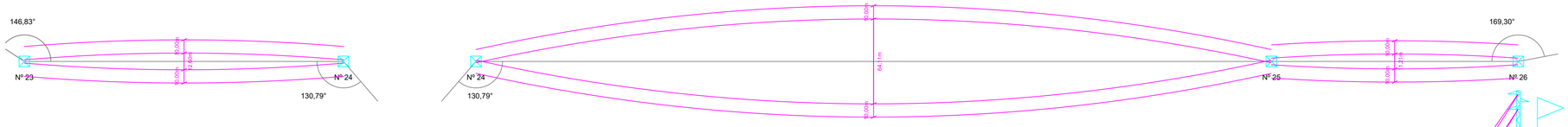


Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico				
	Distancias	Parciales	286,5	441,4	255,1	182,1
		Al origen	5832,3	6273,7	6528,8	6710,9
	Cotas del terreno		1266,2	1326,6	1301,6	1244,6
	Num. y longitud de las parcelas					
Apoyos	Número			Nº 21	Nº 22	Nº 23
	Ángulo			--	--	146,83°
	Tipo			C-9000-30-1,2	C-4500-TR-26	C-7000-28
	Función			Ali-Amarre	Ali-Amarre	Áng-Anclaje
	Montaje			Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo
	Separación de fases			4,24	3,10	3,10
	Tipo armado			TB-24-	TB-18-ATC-12	TB-18-ATC-12
	Altura útil cruceta inferior			22,60 m	18,81 m	20,78 m
	Tipo de cadena-elementos			Amarre	Amarre	Amarre
Cimen-tación	Lado			2,85 m	1,72 m	2,68 m
	Profundidad			3,20 m	2,99 m	3,02 m
	Excavación			25,99 m3	8,85 m3	21,69 m3
	Hormigonado			27,62 m3	9,44 m3	23,13 m3
Vanos	Número	Nº 20	Nº 21	Nº 22		
	Longitud	441,41 m	255,10 m	182,09 m		
	Desnivel	62,40 m	-29,28 m	-55,04 m		
Vano regul.	Número	Nº 16	Nº 17	Nº 18		
	Cons. de catenaria y longitud	K=1043 a 0°C+H - 441 m	K=1049 a 0°C+H - 255 m	K=979 a 0°C+H - 182 m		
	Apoyo inicial y final	Nº 20 - Nº 21	Nº 21 - Nº 22	Nº 22 - Nº 23		

Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 7 DE 9	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	PERFIL LÍNEA AÉREA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento firmado con el número: 210935101 el día: 15/09/2021 a las 12:35:56
IESSK
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PLANTA:
1/1000

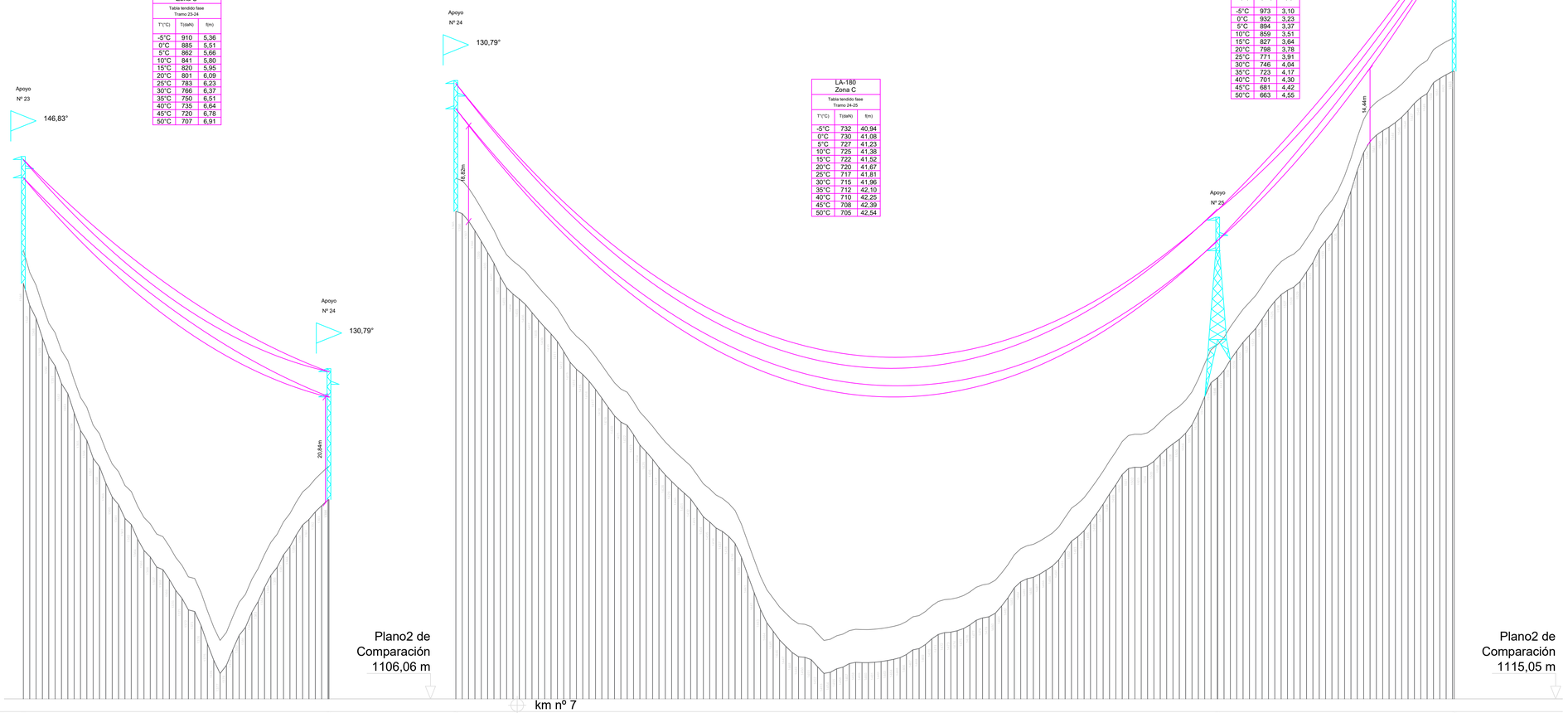


PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 23-24		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	910	5,36
0°C	885	5,51
5°C	862	5,66
10°C	841	5,80
15°C	820	5,95
20°C	801	6,09
25°C	783	6,23
30°C	766	6,37
35°C	750	6,51
40°C	735	6,64
45°C	720	6,78
50°C	707	6,91

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 24-25		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	732	40,94
0°C	730	41,08
5°C	727	41,23
10°C	725	41,38
15°C	722	41,52
20°C	720	41,67
25°C	717	41,81
30°C	715	41,96
35°C	712	42,10
40°C	710	42,25
45°C	708	42,39
50°C	705	42,54

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 25-26		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	973	3,10
0°C	932	3,23
5°C	894	3,37
10°C	859	3,51
15°C	827	3,64
20°C	798	3,78
25°C	771	3,91
30°C	746	4,04
35°C	723	4,17
40°C	701	4,30
45°C	681	4,42
50°C	663	4,55

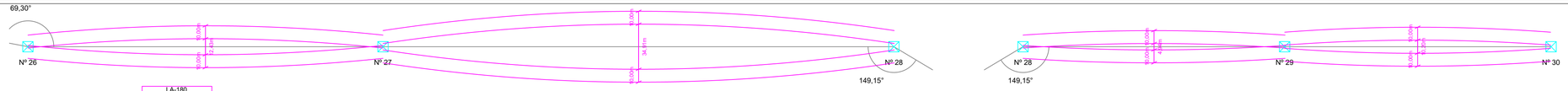


Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico			km nº 7		
	Distancias – Parciales	182,1	240,8	240,8	600,2	186,3
	Distancias – Al origen	6710,9	6951,7	6951,7	7551,9	7738,2
	Cotas del terreno	1244,6	1202,0	1202,0	1169,3	1226,6
	Num. y longitud de las parcelas					
Apoyos	Número		Nº 24		Nº 25	Nº 26
	Ángulo		130,79°		--	169,30°
	Tipo				AN.3000-S.30.25-27	
	Función		Áng-Anclaje		Ali-Amarre	Áng-Anclaje
	Montaje		Tresbolillo		Tresbolillo	Tresbolillo
	Separación de fases		4,98		6,00	2,90
	Tipo armado				AN.3000-S.30.25-	
	Altura útil cruceta inferior		20,20 m		27,00 m	26,00 m
	Tipo de cadena-elementos		Amarre		Amarre	Amarre
Cimen-tación	Lado				1,38 m	
	Profundidad				2,15 m	
	Excavación				4,09 m3	
	Hormigonado				4,48 m3	
Vanos	Número	Nº 23		Nº 24	Nº 25	
	Longitud	240,75 m		600,24 m	186,30 m	
	Desnivel	-42,35 m		-27,94 m	61,33 m	
Vano regul.	Número	Nº 19		Nº 20	Nº 21	
	Cons. de catenaria y longitud	K=1031 a 0°C+H - 241 m		K=1058 a 0°C+H - 600 m	K=971 a 0°C+H - 186 m	
	Apoyo inicial y final	Nº 23 - Nº 24		Nº 24 - Nº 25	Nº 25 - Nº 26	

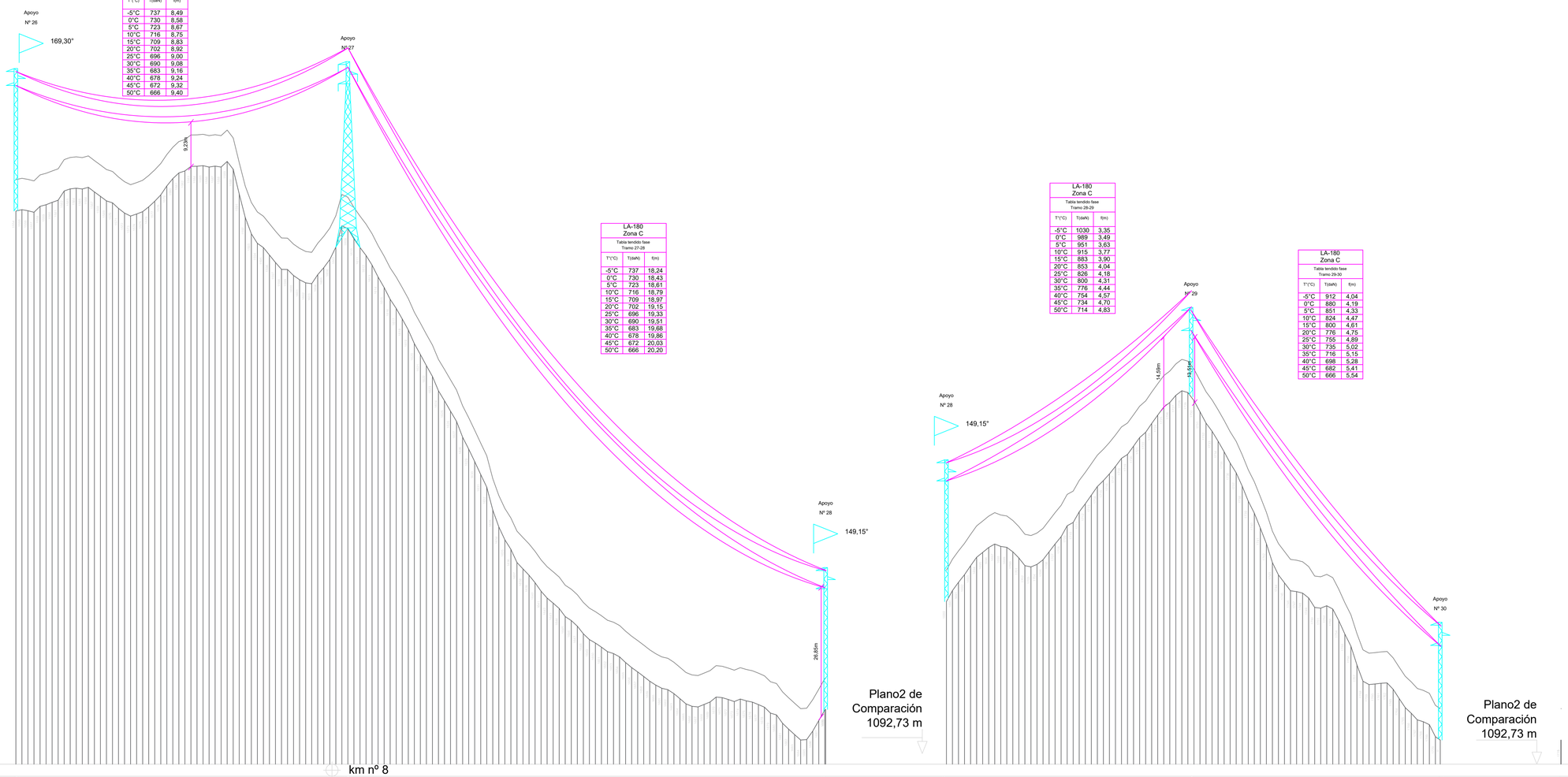
Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 8 DE 9	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	PERFIL LÍNEA AÉREA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 210025101 el día
ES56[illegible]
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO

PLANTA:
1/1000



PERFIL:
H= 1:2000
V= 1:500



LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 26-27		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	737	8,49
0°C	730	8,58
5°C	723	8,67
10°C	716	8,75
15°C	709	8,83
20°C	702	8,92
25°C	696	9,00
30°C	690	9,08
35°C	683	9,16
40°C	678	9,24
45°C	672	9,32
50°C	666	9,40

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 27-28		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	737	18,24
0°C	730	18,43
5°C	723	18,61
10°C	716	18,79
15°C	709	18,97
20°C	702	19,15
25°C	696	19,33
30°C	690	19,51
35°C	683	19,68
40°C	678	19,86
45°C	672	20,03
50°C	666	20,20

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 28-29		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	1030	3,35
0°C	989	3,49
5°C	951	3,63
10°C	915	3,77
15°C	883	3,90
20°C	853	4,04
25°C	826	4,18
30°C	800	4,31
35°C	776	4,44
40°C	754	4,57
45°C	734	4,70
50°C	714	4,83

LA-180 Zona C		
Tabla tendido fase Tramo 29-30		
T(°C)	T(daN)	f(m)
-5°C	912	4,04
0°C	880	4,19
5°C	851	4,33
10°C	824	4,47
15°C	800	4,61
20°C	776	4,75
25°C	755	4,89
30°C	735	5,02
35°C	716	5,15
40°C	698	5,28
45°C	682	5,41
50°C	666	5,54

Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico		km nº 8					
	Distancias	Parciales	186,3	275,0	395,7	395,7	202,6	206,4	206,4
		Al origen	7738,2	8013,2	8408,9	8408,9	8611,6	8817,9	8817,9
	Cotas del terreno		1229,6	1226,0	1126,4	1126,4	1168,8	1097,7	1097,7
	Num. y longitud de las parcelas								
Apoyos	Número		Nº 27		Nº 28		Nº 29	Nº 30	
	Ángulo		--		149,15°		--	--	
	Tipo		AN.2000-S.20.25-35				C-13000-22	C-13000-28	
	Función		Ali-Suspensión		Áng-Anclaje		Ali-Amarre	F.Línea	
	Montaje		Tresbolillo		Tresbolillo		Tresbolillo	Tresbolillo	
	Separación de fases		4,00		3,76		3,26	3,26	
	Tipo armado		AN.2000-S.20.25-				TB-21-	TB-21-	
	Altura útil cruceta inferior		35,00 m		25,00 m		13,71 m	19,60 m	
	Tipo de cadena-elementos		Suspensión		Amarre		Amarre	Amarre	
Cimen-tación	Lado		1,45 m				2,40 m	2,80 m	
	Profundidad		2,25 m				3,39 m	3,50 m	
	Excavación		4,73 m3				19,53 m3	27,44 m3	
	Hormigonado		5,15 m3				20,68 m3	29,01 m3	
Vanos	Número	Nº 26		Nº 27		Nº 28	Nº 29		
	Longitud	275,00 m		395,73 m		202,65 m	206,36 m		
	Desnivel	0,35 m		-104,56 m		30,42 m	-66,09 m		
Vano regul.	Número		Nº 22			Nº 23	Nº 24		
	Cons. de catenaria y longitud		K=994 a 0°C+H - 352 m			K=1030 a 0°C+H - 203 m	K=978 a 0°C+H - 206 m		
	Apoyo inicial y final		Nº 26 - Nº 28			Nº 28 - Nº 29	Nº 29 - Nº 30		

Dibujado	09/2021	SPG	P-11 HOJA 9 DE 9	GEOLISOL S.L.U.
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	PERFIL LÍNEA AÉREA			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO FUENTECILLAS 16 MW, 8 AEROGENERADORES DE 2 MW Y LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV, EN CAMARILLAS, TERUEL			SERGIO PAREDES GARCÍA Nº Colegiado: 26.543 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 210035101 el día
ES5QC
SERGIO PAREDES GARCIA, Colegiado nº 0026543
VISADO