

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO SAN ANTON 4 MW, CSE Y LÍNEA DE EVACUACIÓN

**LOCALIZACIÓN:****T.M. CAMARILLAS
(TERUEL)****PETICIONARIO:****ADMINISTRACIÓN DE PROMOTORES
ELECTRICOS, S.L
B-88631346****CIF:****Calle Espoz y Mina, Nº2, 3 Planta, 28012
Madrid
Tlf.: 620200178****Miguel Fernández Delgado,
Nº de colegiado 26.544 por el COGITIM****FERNANDEZ
DELGADO MIGUEL
- 02738035T**

Firmado digitalmente por
FERNANDEZ DELGADO
MIGUEL - 02738035T
Fecha: 2021.08.31 11:27:01
+01'00'

HISTORIAL DE REVISIONES

Fecha	Versión	Cambios
JULIO 2021	1	Versión original

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

ÍNDICE

CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO	8
CAPÍTULO 1. MEMORIA	10
1. OBJETO	11
1.1. Adecuación al Planeamiento Territorial existente	11
2. ANTECEDENTES	12
3. TITULAR	13
4. NORMATIVA	14
5. SITUACIÓN	16
5.1. Criterios de elección de emplazamiento	16
5.2. Descripción de poligonal	17
5.3. Acceso al parque eólico	17
6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	18
6.1. Aerogeneradores	18
6.2. Relación de organismos afectados	21
7. OBRA CIVIL PARQUE EOLICO	23
7.1. Condicionantes generales	23
7.2. Caminos	23
7.3. Plataformas	28
7.4. Cimentaciones	28
7.5. Zanjas para cables de media tensión	29
7.6. Resumen actuaciones obra civil	30
7.7. Restauración ambiental	30
8. SISTEMA ELÉCTRICO EN EL PARQUE EÓLICO	32
8.1. Sistema eléctrico en baja tensión (690 v)	32
8.2. Sistema eléctrico en media tensión (20 kv)	32
9. CENTRO DE SECCIONAMIENTO ELECTRICO	39
9.1. Características de las celdas	39
9.2. Puesta a Tierra del centro de seccionamiento	42
9.3. Instalaciones secundarias	44
10. SISTEMA DE EVACUACIÓN	45
10.1. Descripción general	45
10.2. Emplazamiento	46



10.3.	Afecciones organismos.....	46
11.	LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 KV	50
11.1.	Disposición física de la línea subterránea.....	50
11.2.	Esquema de conexión	52
11.3.	Descripción de los materiales	53
11.4.	Puesta a tierra	58
11.5.	Canalización bajo carretera	58
11.6.	Perforaciones subterráneas.....	58
12.	CRONOGRAMA	60
CAPÍTULO 2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO		62
1.	RESUMEN PRESUPUESTO	63
CAPÍTULO 3. ANEXOS		65
ANEXO I RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA)		66
ANEXO II CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....		70
1.	CÁLCULOS ELECTRICOS	71
1.1.	Cálculos de conductores (aislados B.T. y M.T).....	71
1.2.	Sección de conductores	71
1.3.	Cálculos de aislamiento	74
1.4.	Cálculos justificativos del sistema de puesta a tierra	76
2.	CÁLCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA	77
2.1.	Características eléctricas del conductor	77
2.2.	Intensidades máximas admisibles.	78
2.3.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible.	81
2.4.	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor.	82
2.5.	Intensidades circulantes por la línea.	83
2.6.	Potencia a transportar.	84
2.7.	Caídas de tensión.	84
2.8.	Pérdidas de potencia.....	85
ANEXO III MEDIDAS ANTI INCENDIOS		86
1.	ANTECEDENTES	87
2.	OBJETO.....	87
3.	MEDIDAS PREVENTIVAS	87
4.	MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIO.....	88





4.1. Fase de Ejecución y Desmantelamiento.....	88
4.2. Fase de Explotación.....	90
5. CONCLUSIONES	90
ANEXO IV DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y DATOS DEL AEROGENERADO	91



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características básicas	9
Tabla 2 Poligonal.....	17
Tabla 3 Coordenadas aerogeneradores	19
Tabla 4 Características aerogenerador.....	19
Tabla 5 Relación de organismos afectados	22
Tabla 6 Resumen obra civil parque eólico.....	30
Tabla 7 Características Transformador BT/MT.....	34
Tabla 8 características generales celdas.....	36
Tabla 9 Resumen celdas de protección de los aerogeneradores.....	36
Tabla 10 Red MT parque eólico.....	37
Tabla 11 Características generales celdas	40
Tabla 12 Resumen características básicas línea de evacuación.....	45
Tabla 13 Emplazamiento línea de evacuación	46
Tabla 14 Organismos afectados en el trazado de la línea subterránea	49
Tabla 15 Características nominal conductor línea subterránea.....	54
Tabla 16 Composición conductor línea subterránea.....	55
Tabla 17 Dimensiones conductor línea subterránea.....	55
Tabla 18 Características electricas conductor línea subterránea	55
Tabla 19 Tensiones de aislamiento	57
Tabla 20 RBDA	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Situación	16
Ilustración 2 Tensión de paso y contacto	43
Ilustración 3 Pantallas conectadas rígidamente a tierra	52
Ilustración 4 Composición conductor	54
Ilustración 5 Topo	59



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	Parque eólico "San Anton"
DATOS PROMOTOR	ADMINISTRACIÓN DE PROMOTORES ELÉCTRICOS S.L.
CIF	B-88631346
DOMICILIO	MADRID
POTENCIA INSTALADA	4 MW
UBICACIÓN	Camarillas/Teruel/Aragón
Nº DE AEROGENERADORES	2
TURBINA EÓLICA	E-103
CONFIGURACIÓN	Síncrono, SYNC Wounded
POTENCIA NOMINAL	2.350 kW
POTENCIA LIMITADA DE SALIDA	2.000 kW
DIAMETRO DE ROTOR	103 m
AREA DE BARRIDO	8333 m ²
ALTURA DE TORRE	138 m
LÍNEA DE EVACUACIÓN	14,063 km
CONFIGURACIÓN	SUBTERRÁNEA
TENSIÓN	20 KV
CONDUCTOR	RH5Z1(S) 12/20 kV 1x(3x630 mm ²) Al

Tabla 1 Características básicas


**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



CAPÍTULO 1. MEMORIA



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

1. OBJETO

El objeto del presente Proyecto es la descripción de las características técnicas del parque eólico “San Antón” de 4 MW, línea subterránea de evacuación 20 kV hasta subestación elevadora de Aliaga Propiedad de Endesa 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 EL CSE para evacuar dicha energía.

Parte de las estructuras del sistema de evacuación del proyecto se compartirá con los proyectos Virgen del Campo, Virgen de los Dolores y Virgen de Fátima.

Esto conlleva la reducción de costes para ambas instalaciones. Dichos costes están acordados en un convenio firmado por las sociedades propietarias donde se han pactado las condiciones pertinentes.

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 “San Antón” y su línea de evacuación al punto de conexión proporcionado por Endesa en la SET Aliaga 20 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

2. ANTECEDENTES

Que la mercantil ADMINISTRACIÓN DE PROMOTORES ELÉCTRICOS, S.L. tiene entre sus actividades la promoción, construcción, y explotación del futuro Parque Eólico “San Antón” de 4 MW de potencia, situado en los Términos Municipales de Camarillas y Aliaga (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 16 de septiembre de 2020, Endesa concede punto de conexión en su SET ALIAGA.

Que, a fecha 7 de abril de 2021 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 Aliaga 20 kV para el acceso a la red de distribución de generación renovable.

Que, a fecha de 9 de marzo de 2021, Endesa concede el pliego de condiciones técnicas y el presupuesto económico de la conexión, también conocidos como CTEs.

3. TITULAR

La entidad promotora de la actuación es la siguiente:

- ADMINISTRACION DE PROMOTORES ELECTRICOS S.L. CIF: B-88631346

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

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

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

Tfno.: 620200178

Correo: notificaciones@geolisol.es

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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 de 1988, 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 DECRETETO-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.

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: 40.601708º

Longitud: -0.738495º

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 Aragón. Está situado en el sur oeste de la provincia.

Su término municipal tiene una extensión de 50,55 km² que abarcan un territorio en el que se localizan tanto flora silvestre como terrenos destinados al cultivo. Su población alcanza los 86 habitantes, según datos del censo del INE de 2018.

El proyecto está situado en el sureste del centro de la provincia, a unos 1,7 km al sureste del centro del pueblo de Camarillas.

5.1. Criterios de elección de emplazamiento

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

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	690427	4497819
2	691685	4497637
3	691718	4496494
4	689872	4496815

Tabla 2 Poligonal

5.3. Acceso al parque eólico

El acceso al parque eólico se realizará a través de la carretera A-228 entre el PK. 64 y PK.65. 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.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El Parque Eólico estará constituido por 2 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 m².

El parque eólico objeto de este proyecto compartirá parte de las infraestructuras de evacuación con otras instalaciones próximas al parque eólico denominadas “Virgen del Campo”, “Virgen de los Dolores” y “Virgen de Fátima”.

La tensión de generación de este modelo de Aerogenerador es de 690 V, elevando esa tensión a 20 KV mediante un centro de transformación compuesto por un transformador 20/0,69 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 el centro de seccionamiento.

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 2 aerogeneradores, distribuidos según los vientos predominantes en la zona y el CSE Camarillas.

6.1. Aerogeneradores

El Parque Eólico estará constituido por 2 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 4 MW.

6.1.1. Coordenadas de los Aerogeneradores

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

COORDENADAS ETRS89				UBICACIÓN	
Nº Tur.	X1	Y1	Z Terr (m)	Ref. Catastral	Termino Municipal
AEG-1	691310	4497294	1.400	44055A51805339 44055A51800020	Camarillas
AEG-2	691305	4496883	1.400	44055A51805339	Camarillas
CSE	691151	4497466	1.380	44055A51800020	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	8.333 m ²
Paso	Variable
Tensión	20/0,69 kV
Frecuencia de red	50 Hz
Orientación del rotor	Barlovento

Tabla 4 Características aerogenerador

6.1.2.1. Rotor

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.

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



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 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	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A51809003	691430,39	4497414,28
Barranco Prado	Confederación Hidrográfica del Ebro	44055A51809001	691583,65	4497455,55
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A51809004	691672,74	4497409,8
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A51909005	691204,20	4496747,8
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A51709002	691057,54	4496800,0

Tabla 5 Relación de organismos afectados

**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

7. OBRA CIVIL PARQUE EOLICO

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 la A-228 por camino existente (Acceso)
- 2 Viales de acceso a los aerogeneradores.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 condiciones 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.

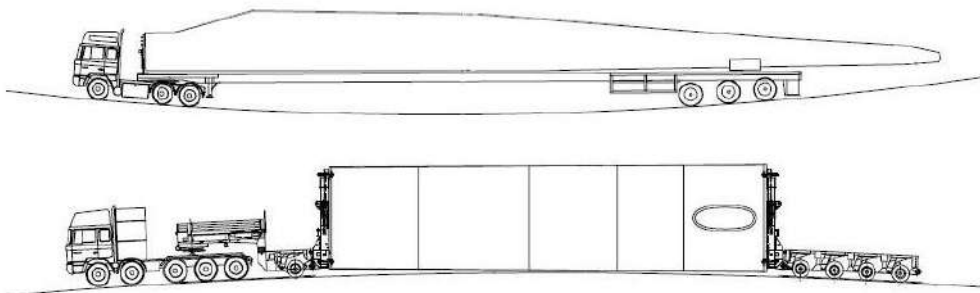


**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

Desmante:

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 “rippers” o martillos hidráulicos y en casos muy particulares explosivos. Los taludes oscilarán entre el 1/3 al 1/5.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 transmitidas 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:

- 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 m²

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-

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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)			904
Ocupación plataformas			5.000
Ocupación caminos	Existentes	84,5%	12.995
	Nuevos	15,5%	2.390
	Total, caminos		15.385
Ocupación Total			21.289
			Longitud (m)
Longitud caminos	Existentes	84,5%	2.599
	Nuevos	15,5%	478
	Total, caminos		3.077
Longitud Zanja MT			1.603

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



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 (20 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 el centro de seccionamiento, 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

Los circuitos diseñados para este parque son los siguientes:

- Circuito nº1: Aerogeneradores PH1 y PH2 (2 Aerogeneradores)

Cada uno de los 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 24kV, tal como se indica en el ITC-RAT 04.

El conductor a emplear en Media Tensión será de aluminio RHZ1 12/20kV, 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.

8.2.1.1. Transformador BT/MT



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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

Servicio	Interior
Tipo de transformador	Trifásico, seco encapsulado
Relación	$20 \pm 2,5\% \pm 5\%$ / 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	50 kV
Impulso tipo rayo	145 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 12/20kV 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.

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	24 kV
Tensión de servicio	20 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal	
a) Función Protección	400 A
b) Función conexión a red	630 A
Nivel de aislamiento	
Frecuencia Industrial	50 kV
Impulsos tipo rayo	145 kV

Intensidad de cortocircuito	
Nominal corta duración (1s)	25 kA
Nominal valor de cresta	50 kA
Resistencia a arcos internos	
Tensión	24 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 semiconductor 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
(2) Tipo 0L + 1P (1 protección y 1 remonte)	1
(2) Tipo 0L + 1L + 1P (1 protección, 1 remonte y 1 línea)	2

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:

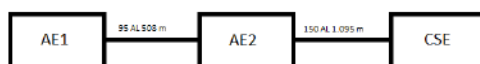
- Guantes aislantes de 20 kV
- Pértiga de salvamento
- Banqueta aislante interior 24 kV
- Cartel de primeros auxilios y riesgo eléctrico
- Extintor contra incendios, clase B29.

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.

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 mm ²	Al 150 mm ²
Aero 1- Aero 2	0,528	1	AL	95	0,528	
Aero 2- CSE	1,095	1	Al	150		1,095
Total	1.603				0,528	1,095
Total x 3	4.809				1.584	3.285

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 20 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 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.

9. CENTRO DE SECCIONAMEINTO ELECTRICO

El centro de seccionamiento es una instalación eléctrica compuesta principalmente por una serie de Celdas y apartamentas eléctrica de protección y corte. Su función es la de unir la Red eléctrica de compañía, con la instalación particular a la que está dando servicio. Su objetivo es dotar a la instalación de una protección capaz de separarla de la red en caso de incidencia.

El centro de seccionamiento objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 60298.

El centro de seccionamiento para el parque eólico “San Antón” compartirá sus instalaciones con otros tres parques eólicos situados en las proximidades denominados “Virgen de los Dolores”, “Virgen del Campo” y “Virgen de Fátima”

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

El emplazamiento del centro de seccionamiento se ubicará en las siguientes coordenadas (ETRS 89 UTM HUSO 30):

X: 691151.00 mE

Y: 4497466.00 mN

9.1. Características de las celdas

A continuación, se hace una breve descripción de las características generales de las celdas que se van a instalar en el interior del Centro de Seccionamiento, descrito anteriormente.

Las celdas a emplear serán celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF6) como elemento de corte y extinción de arco en los aparatos siguientes:

El centro de seccionamiento contara con las siguientes celdas:

- 6 Celdas de línea
- 5 Celda de Protección
- 4 Celda de Medida
- 1 Celda SSAA

Este tipo celdas con aislamiento de gas SF6 presentan en una de sus paredes exteriores la placa más débil que el resto de la envoltente, de tal manera que, en caso de producirse un arco eléctrico en el interior, ésta se rompe por la sobrepresión producida



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

en el gas. Es importante tener en cuenta que la placa de rotura está situada en un lugar adecuado para que los gases no incidan en las personas en caso de rotura.

El arco eléctrico es una reacción que se produce por un defecto de aislamiento, por una falsa maniobra o por una circunstancia de servicio excepcional. En este tipo de celdas con gas SF6 la posibilidad de que se produzcan es muy reducida.

Lo que produce el arco eléctrico es una serie de defectos debido a altas temperaturas que provocan el calentamiento y oxidación de los contactos, apareciendo una gran resistencia, provocando una fuerte caída de tensión y una pérdida de potencia importante. Al mismo tiempo pueden aparecer falsos contactos y cortocircuitos al deteriorarse las partes aislantes y conductoras.

Por otro lado, su aislamiento integral en SF6 las permite resistir en perfecto estado la polución e incluso la eventual inundación del Centro de Seccionamiento donde están ubicadas, lo que reduce la necesidad de mantenimiento, reduciendo los costes derivados de los mismos para la propiedad.

Las cabinas con aislamiento en SF6 presentan unas dimensiones más reducidas que las de aislamiento de aire, una ventaja importante a la hora de determinar el espacio de ubicación. Este se consigue gracias a que la rigidez dieléctrica de este gas con respecto al aire es mayor, permitiendo reducir la distancia entre las partes en tensión dentro de la cabina. Por otra parte, son especialmente adecuadas para situaciones de atmósferas contaminadas, corrosivas o salinas, ya que sus partes principales están en contacto con un gas dieléctrico y no con dichas atmósferas.

A continuación, se exponen las características generales de las celdas:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión asignada	24	kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (50 Hz)	50	kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo	145	kV
Intensidad nominal admisible durante 1 s	20	kA
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible	50	kA

Tabla 11 Características generales celdas

9.1.1. Celdas

A continuación, se van a describir cada una de las celdas que forman el centro de seccionamiento.

9.1.1.1. CELDAS DE LÍNEA.

La Celda de línea es por donde entran o salen los conductores del Centro de Seccionamiento y está formado por:



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- Juego de barras tripolar de 400 A. (630 A)
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A (630 A), tensión de 24 kV y 20 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CI2 manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

9.1.1.2. CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL.

La celda de medida está encargada de proteger la instalación y está formado por:

- Juegos de barras tripolares de 400 A (630 A) para conexión superior con celdas adyacentes, de 20 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual dependiente.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SFset o similar, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A (630 A), poder de corte de 20 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI de actuación manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Unidad de control VIP 300LL, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo.

Sus funciones serán la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y homopolar (50-51/50N-51N).

9.1.1.3. CELDA DE MEDIDA.

La celda de medida está encargada de medir las variaciones producidas en la red y está formado por:

- Juegos de barras tripolar de 400 A (630 A), tensión de 24 kV y 20 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda y salida lateral superior derecha.
- 3 Transformadores de intensidad doble devanado de relación X/5 en función de la potencia a proteger y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares doble devanado, de relación X/5 y aislamiento 24 kV.

9.1.1.4. CELDA DE MEDIDA.

Se dispondrá de 1 celda modular de protección con fusibles y transformadores de tensión para la alimentación del relé de la celda de protección general, está constituida por:

- Un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.
- Captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

9.2. Puesta a Tierra del centro de seccionamiento

El objetivo de las instalaciones de puesta a tierra es limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas (tensión de contacto), entre distintos lugares del suelo en las inmediaciones de la puesta a tierra (tensión de paso), asegurar la actuación de las protecciones (resistencia de la puesta a tierra) y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Tensión de paso.

Es la diferencia de potencial entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso, que se asimila a un metro.

La tensión de paso aplicada es la tensión de paso directamente aplicada entre los pies de un hombre, teniendo en cuenta todas las resistencias que intervienen en el circuito y estimándose la del cuerpo humano en 1000 ohmios.

Tensión de contacto.

Es la diferencia potencial entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia igual a la distancia horizontal máxima que ese puede alcanzar, es decir, aproximadamente un metro.

La tensión de contacto aplicada es la tensión de contacto directamente aplicada entre dos puntos del cuerpo humano, considerando todas las resistencias que intervienen en el circuito y estimándose la del cuerpo humano en 1.000 ohmios.

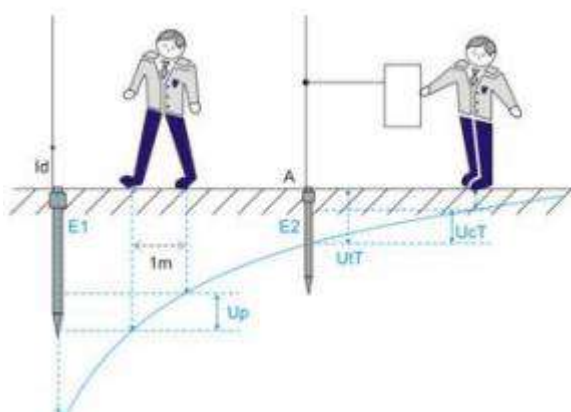


Ilustración 2 Tensión de paso y contacto

La puesta a tierra es una unión metálica directa, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta.

9.2.1. Tierra exterior.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas, es decir, las envolventes de las celdas de Media Tensión, envolventes de los cuadros de Baja Tensión, armadura del centro prefabricado, etc.

Por el contrario, no se conectarán a esta tierra las rejillas de ventilación y puertas metálicas del centro por las que se pueda acceder desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

9.2.2. *Tierra interior.*

La tierra interior del centro de seccionamiento tendrá la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a la tierra exterior.

La tierra interior se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

9.3. Instalaciones secundarias.

9.3.1. *Alumbrado.*

En el interior del centro de transformación se instalarán dos puntos de luz, mediante pantalla estanca de 2x36 W capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

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

9.3.2. *Medidas de Seguridad.*

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

10. SISTEMA DE EVACUACIÓN

10.1. Descripción general

La instalación de evacuación de energía eléctrica del parque eólico “San Antón” inicia en el CSE y finaliza en la subestación “Aliaga” propiedad de Endesa, consta de los siguientes tramos:

	TIPO	LONGITUD (m)	CONFIGURACIÓN
TRAMO 1	Subterráneo	14.063	XLPE 20 kV 1x3x630 mm2

Tabla 12 Resumen características básicas línea de evacuación

La línea de evacuación está formada por un tramo subterráneo de longitud 14.063 m.

Debido a la Proximidad de otros 3 parques eólicos situados en las proximidades denominados “Virgen de los Dolores”, “Virgen del Campo” y “Virgen de Fátima” se ha decidido realizar una evacuación conjunta para minimizar el impacto medioambiental generado por la instalación de varias líneas de evacuación en vez de una.

A lo largo del recorrido conjunto con la línea de evacuación del parque eólico “san Antón”, la línea de evacuación subterránea dispondrá de dos circuitos para la evacuación de los parques instalados en las proximidades. En uno de los circuitos evacua la energía los parques eólicos denominados “San Antón”, “Virgen del Campo” y “Virgen de Fátima” y en el otro circuito el parque eólico denominado “Virgen de los Dolores”.

A continuación, se muestran la potencia que aportara cada parque al sistema de evacuación correspondiente:

NOMBRE	POTENCIA (MW)	POTENCIA TOTAL (MW)	Nº DE CIRCUITO
SAN ANTÓN	4	12	1
VIRGEN DEL CAMPO	4		
VIRGEN DE FÁTIMA	4		
VIRGEN DE LOS DOLORES	4	4	2

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



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544

VISADO

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 media tensión proyectada transcurre por los términos municipales de Camarillas y Aliaga, todos ellos ubicados en la provincia de Teruel. La subestación "Aliaga", adjudicado como punto de evacuación, donde tiene entrada la línea de evacuación de energía eléctrica se encuentra en el término municipal de Aliaga en la provincia de Teruel. La longitud total aproximada de la línea es de 14,06km aproximadamente, distribuida por municipios de la siguiente forma:

PROVINCIA	TERMINO MUNICIPAL	CONFIGURACIÓN	LONGITUD (m)
TERUEL	CAMARILLAS	SUBTERRÁNEA	6.193
TERUEL	ALIAGA	SUBTERRÁNEA	7.870

Tabla 13 Emplazamiento línea de evacuación

10.3. Afecciones organismos

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

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

NOMBRE	ORGANISMO	REF. CAT	X	Y
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A51709002	691184,95	4497535,34
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A51809003	691200,96	4497552,37
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A51709007	691261,96	4497645,90
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A51809004	691287,18	4497644,15
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas		691388,12	4497857,20



Río Pinilla	Confederación Hidrográfica del Ebro	44055A50709004	691373,12	4497800,57
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas		691322,51	4498179,64
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A50709001	691353,66	4497952,84
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A50709001	691353,66	4499118,19
Senda	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A50709003	691813,62	4498914,2
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas		691864,78	4499100,64
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A50609004	691864,46	4499118,19
Senda	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A50609005	691335,45	4499390,05
Senda	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A50609003	691291,62	4499467,75
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas	44055A50609001	691503,52	4500764,54
Barranco Toscas	Confederación Hidrográfica del Ebro	44055A50509007	691949,37	4501448,11
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas		691947,61	4501451,44
Arroyo	Confederación Hidrográfica del Ebro		691983,04	4502272,38
Cruce con LA	Endesa - REE		691906,94	4502692,94
Arroyo	Confederación Hidrográfica del Ebro		691914,27	4502662,27
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Camarillas		691899,42	4502749,18



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



Carretera Perales – Aliaga A-2403	Dirección General de Carreteras de Aragón	44017A01209003	691911,65	4502880,49
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga		691615,33	4500118,91
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga		692466	4503527,45
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga		692588,22	4503588,40
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga		693160,49	4504534,31
Cruce con LA	Endesa – REE		692888,54	4503940,67
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga		693459,96	4504534,31
Cruce con LA	Endesa – REE		693342,27	4504598,39
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga		693459,96	4504693,45
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga		693956,34	4505355,89
Cruce con LA	Endesa – REE		694123,61	4505728,84
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga		694155,25	4505821,74
Rio Guadalope	Confederación Hidrográfica del Ebro	44017A01209005	691949,37	4501448,11
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga	44017A00109001	693741,77	4505243,60
Camino Calabaza	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga	44017A00109003	693985,92	4505447,05
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga	44017A00109010	694483,01	4505835,83
Camino	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga	44017A00209008	634502,73	4505866,83



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegado nº 0026544

VISADO



Carretera Aliaga – Ramos TE-43	Diputación Provincial de Teruel	44017A00209002	694776,34	4506039,45
Camino Recuenco	Ilustrísimo Ayuntamiento de Aliaga	44017A00209007	694819,39	4506068,58
Carretera Aliaga – Ejulve A-2403	Dirección General de Carreteras de Aragón	44017A00209002	695934,41	4506375,08
Arroyo	Confederación Hidrográfica del Ebro		694721,92	4505978,52
Cruce con LA	Endesa – REE		694855,53	4506294,93
Arroyo	Confederación Hidrográfica del Ebro		695708,71	4506504,02

Tabla 14 Organismos afectados en el trazado de la línea subterránea



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

11. LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 KV

El tramo subterráneo de la línea de evacuación comienza en el Centro de Seccionamiento del Parque Eólico y se realizará a una tensión de 20 kV y finalizará en la Subestación Aliaga. Este tramo tiene por objetivo la minimización del impacto ambiental que ésta produciría en caso de ser aérea.

La línea subterránea de evacuación de 20 kV consta de dos tramos contando con un conductor de sección 630 mm². El conductor empleado será del tipo RHZ1-OL H95 de aluminio con aislamiento XLPE 20 kV.

RH5Z1 (S) 12/20 kV 1x(3x630 mm2) k Al

La zanja de distribución por donde circulará dicha línea de evacuación tendrá una profundidad mínima de 1 metros y una anchura de 0,60 metros.

Al tratarse de cables directamente enterrados, a lo largo de la zanja, se encontrará una placa de protección en la parte superior de dichos cables.

Se instalarán arquetas registrables de conexión eléctrica y comunicación del tipo prefabricada de hormigón sin fondo registrable capaz de soportar cargas de 400 kN con marco de chapa galvanizada y tapas de fundición. Dichas arquetas serán del tipo A2 (según plano).

Existirá una canalización subterránea en un cada cruce con los caminos y otra en la carretera.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general de la parque eólico en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general del parque eólico en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

11.1. Disposición física de la línea subterránea

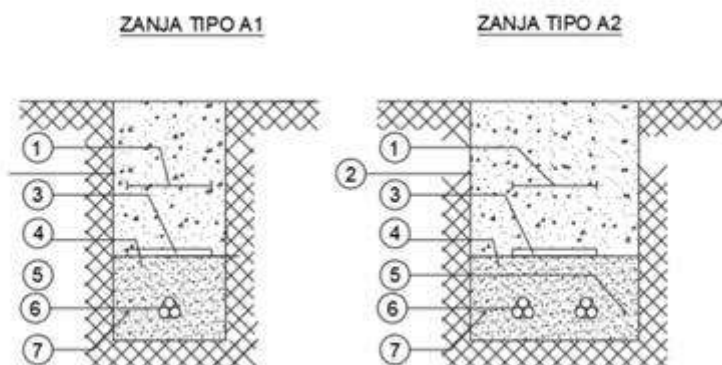
Al tender el cable en la zanja se entierra directamente, cumpliendo la norma correspondiente y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10cm y de 30cm a la parte superior del cable.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



- 1- Malla de señalización.
- 2- Tierra seleccionada de excavación.
- 3- Placa plástica testigo.
- 4- Arena de río compactada.
- 5- Cable fibra óptica
- 6- Línea
- 7- Cable de enlace para tierra.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada o no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo.

A lo largo de todo el recorrido de las canalizaciones se dispondrá tubos de protección de reserva de las mismas características de los indicados anteriormente.

Si fuese necesario se construirán arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos, así como en alineaciones superiores a 40 metros, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas, así como en los puntos donde sea necesario la realización de empalmes. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. Para las tapas de fundición modelo A-1, los marcos serán de fundición independientemente de su instalación en acera o en calzada, para las tapas A-2 (dos tapas A-1 juntas) los marcos podrán ser también de perfilaría metálica galvanizada. Los dispositivos de cubrimiento y cierre de fundición con grafito esferoidal, de uso en aceras y calzadas, tendrán la clasificación de clase D400, o sea carga de control 400 kN, para todas las tapas. Todas las piezas de fundición, estarán construidas con material de fundición con grafito esferoidal tipo 500-7 según la Norma ISO 1083.

Las arquetas serán del tipo A-2, salvo en el primer tramo que serán A-1.

Cuando fuera estrictamente necesario, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada anteriormente en este mismo apartado, siempre que se dispongan canalizaciones entubadas especialmente protegidas; teniendo en cuenta, además, las distancias que deben guardarse reglamentariamente a otras canalizaciones.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

Las fases estarán dispuestas al tresbolillo, y cada uno de los cables irá por el interior de los tubos anteriormente descritos, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón.

La anchura de la zanja será de 0,6 m.

11.2. Esquema de conexión

11.2.1. Conexión a tierra de las pantallas de los conductores

La conexión de las pantallas elegida es la conexión rígida a tierra (solidly bonded), con la cual se consiguen anular los voltajes y corrientes inducidas en las pantallas. Se ha elegido esta configuración, dada la longitud de los circuitos. En la conexión solidly bonded la conexión de las pantallas de los cables están conectadas a tierra en ambos extremos, formando un circuito cerrado y ligado electro-magnéticamente con el circuito formado por los conductores.

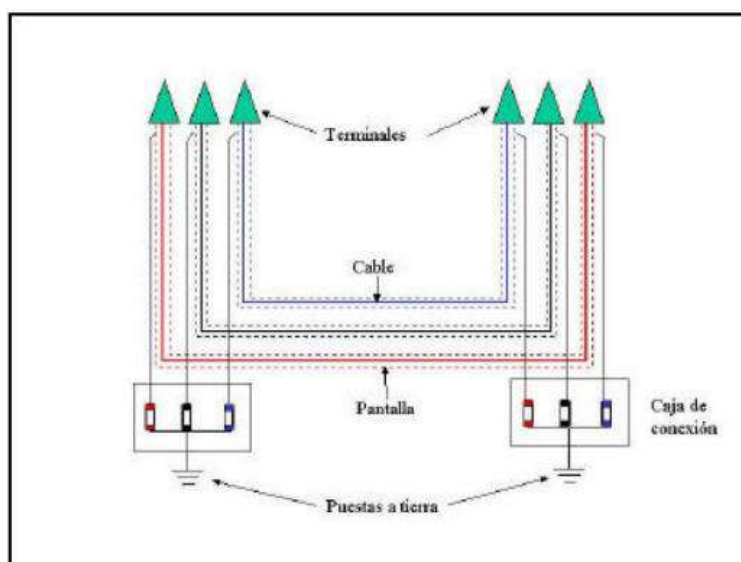


Ilustración 3 Pantallas conectadas rígidamente a tierra

11.2.2. Lista de materiales

La lista principal de los materiales que componen la instalación son los siguientes:

- Cable unipolar por fase aislado de potencia 12/20 1x(3x630 mm²) para circuitos de 20 kV.
- Terminales, que serán de exterior termorretráctiles para conexión en el apoyo de paso aéreo-subterráneo.

- Autoválvulas-pararrayos de óxido de zinc.

11.3. Descripción de los materiales

11.3.1. Cable aislado de potencia

La línea de 20 kV está constituida por una terna de cables dispuestos en triángulo o al tresbolillo.

El cable está constituido por los siguientes elementos:

- Conductor: conductor de aluminio clase 2 de 630 mm² de sección. el conductor será de sección circular compacta con obturación longitudinal y de acuerdo con une 21022.
- Semiconductor interior: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Aislamiento: El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.
- Pantalla semiconductor externa: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Pantalla sobre el conductor: Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una capa semiconductor, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.
- Pantalla sobre el aislamiento: La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable. Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 1 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 54 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



- Cubierta exterior no metálico: La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la Norma particular de la compañía suministradora REE GE DND001 y DND021 y con la norma UNE –HD 620-5-E. El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo.

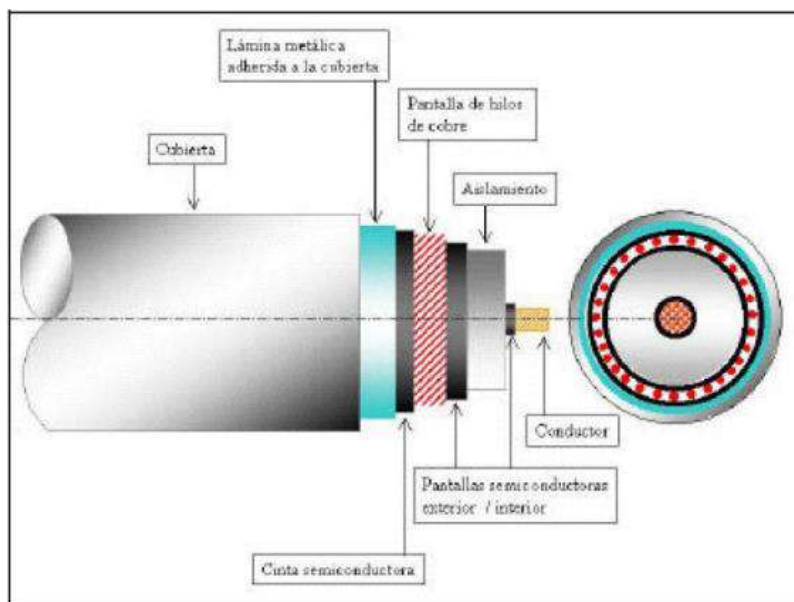


Ilustración 4 Composición conductor

Características nominales.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Tensión nominal	20	kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 30 minutos entre conductor y pantalla	50	kV
Tensión soportada a los impulsos	145	kV
Temperatura nominal máxima del conductor en servicio normal	90	°C
Temperatura nominal máxima del conductor en condiciones de cortocircuito	250	°C

Tabla 15 Características nominal conductor línea subterránea

Composición.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Sección del conductor	630	mm ²
Material del conductor	Aluminio	
Material del aislamiento	XLPE	
Tipo de pantalla	Hilos CU	

Material de la pantalla	Cobre	
Sección de la pantalla	95	mm ²
Material de cubierta	Poliolefina	

Tabla 16 Composición conductor línea subterránea

Dimensiones.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Diámetro sobre aislamiento	54	mm
Diámetro exterior nominal	64	mm
Peso aproximado del cable	5.000	Kg/km

Tabla 17 Dimensiones conductor línea subterránea

Características eléctricas del cable.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Resistencia del conductor en c.c. a 20°C	0,0469	Ω/km
Reactancia inductiva	0,096	Ω/km
Intensidad máxima admisible enterrado	558	A

Tabla 18 Características electricas conductor línea subterránea

11.3.2. Terminales apantallados de interior

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado, y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

11.3.3. Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplieran la norma UNE-HD 629.1-S1.

11.3.4. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238, además de la Normas Particulares del Grupo REE DND002 para los empalmes y NNZ036 para los manguitos de unión.

11.3.5. Conversiones aéreas subterráneas

En los casos de que una línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, cumpliendo con esto en lo prescrito en el capítulo V apartado 5.7.7 de las normas particulares de REE, junto con el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en la ITC-LAT 06 apartado 4.7:

La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será siempre seccionable, quedando el seccionador a menos de 50 m de la conexión aérea-subterránea.

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102/A1:1999 y UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. El tubo o bandeja se encontrará obturado por su parte superior para evitar la entrada de agua y empotrado en la cimentación del apoyo.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

Dichas protecciones deberán cumplir las reglas de coordinación de aislamiento establecidas en las normas UNE-EN 60071-1:2006, UNE-EN 60071-1:2006/A1:2010, UNE-EN 60071-2:1999 y UNE-EN 60099-5:2013.

11.3.6. Auto válvulas – Pararrayos

En los pasos de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos



instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099-4:2016, UNE-EN 60099-5:2013, UNE 21087-3:1995. Las características exigidas serán las siguientes:

Tensión nominal: Un: 20 kV; Ur: 24 kV

Tensión nominal de la red U_n kV	Tensión más elevada de la red U_m kV	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			U_0/U_{10} kV	U_p Kv
3	3,6	A-B	1,8/3	45
		C		
6	7,2	A-B	3,6/6	60
		C		
10	12	A-B	6/10	75
		C		
15	17,5	A-B	8,7/15	95
		C		
20	24	A-B	12/20	125
		C		
25	30	A-B	15/25	145
		C		
30	36	A-B	18/30	170
		C		
45	52	A-B	26/45	250
		C		
66	72,5	A-B	36	(1)
110	123	A-B	64	(1)
132	145	A-B	76	(1)
150	170	A-B	87	(1)
220	245	A-B	127	(1)
400	420	A-B	220	(1)

Tabla 19 Tensiones de aislamiento

11.3.7. Tubo de polietileno

Las características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugado) rígido.
- Diámetro interior: 135 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 160 mm.
- Resistencia a la compresión: mayor de 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- Marcas en el tubo: Indeleble. Indicando nombre o marca del fabricante designación, año
- de fabricación, lote y Norma UNE EN 50086-2-4.
- Resto de características: Según Norma GE CNL002.

11.4. Puesta a tierra

En los extremos de la línea subterránea se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

11.5. Canalización bajo carretera

Construcción de una canalización subterránea para cruzamiento bajo carretera o camino para la circulación del tendido de cableado eléctrico y de telecomunicación perteneciente al circuito de evacuación en AT.

Esta canalización estará formada por un conjunto compuesto de dos arquetas registrables a ambos lados del camino. Las arquetas utilizadas para el cruce con camino serán registrables.

La correspondiente canalización se realizará a través de tubo para cada uno de los circuitos de los que se compone la línea de evacuación y para el cableado de telecomunicaciones. El tubo empleado para los tendidos de cableado eléctrico será de PE doble pared reforzada, con pared interior lisa de 250 mm de diámetro cada uno mientras que para el tendido de cableado de telecomunicaciones será de PE de 50 mm de diámetro cada uno. La canalización irá hormigonada en toda la longitud de la vía, y los tubos circularán bajo está a una distancia mínima de 0,60 metros hasta la parte superior del tubo.

11.6. Perforaciones subterráneas

Se utilizará estos sistemas de instalación en aquellas zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas

Estas técnicas podrán utilizarse en el caso de que se conozca el emplazamiento de las instalaciones subterráneas existentes y se disponga de espacio suficiente para situar los hoyos de ataque de los extremos, si son necesarios, así como la maquinaria y medios auxiliares precisos.

Su ventaja más importante es que no alteran el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, construcción de la propia excavación, etc., por lo que las molestias vecinales y de tráfico son mínimas.

Estas técnicas están particularmente indicadas en cruces de vías públicas, carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., donde no sea posible abrir zanjas, así como en ciudades monumentales o lugares de especial protección. También pueden ser necesarias para el cruce de alguna vía de circulación para la cual el organismo afectado solamente diera permiso para cruzar mediante estos sistemas.

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo. Por cada perforación tipo “topo” se canalizará un circuito.

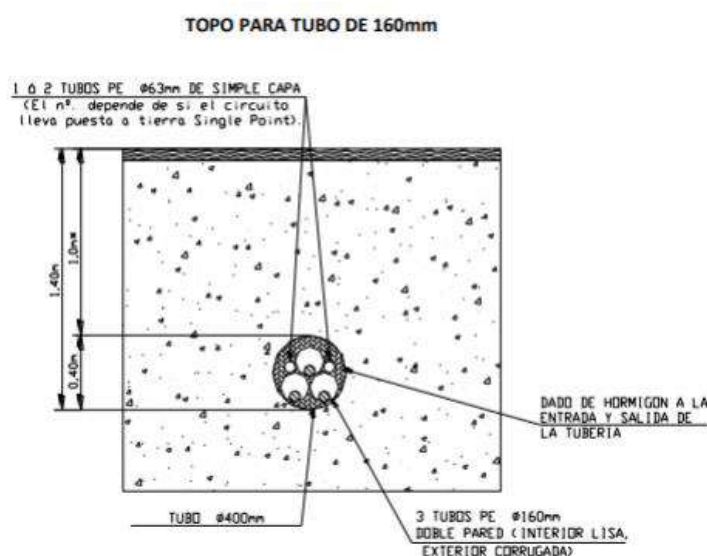


Ilustración 5 Topo

En caso de línea con dos circuitos, se realizarán dos perforaciones subterráneas para canalizar por cada perforación un circuito. Esto se realizará así en general, tanto por facilidad a la hora de la instalación de los tubos de polietileno por su interior, como para que los cables de ambos circuitos puedan ir separados y no suponga la perforación subterránea un punto caliente de la línea, y sobre todo para no tener que ir a perforaciones de diámetros difíciles de encontrar en el mercado.

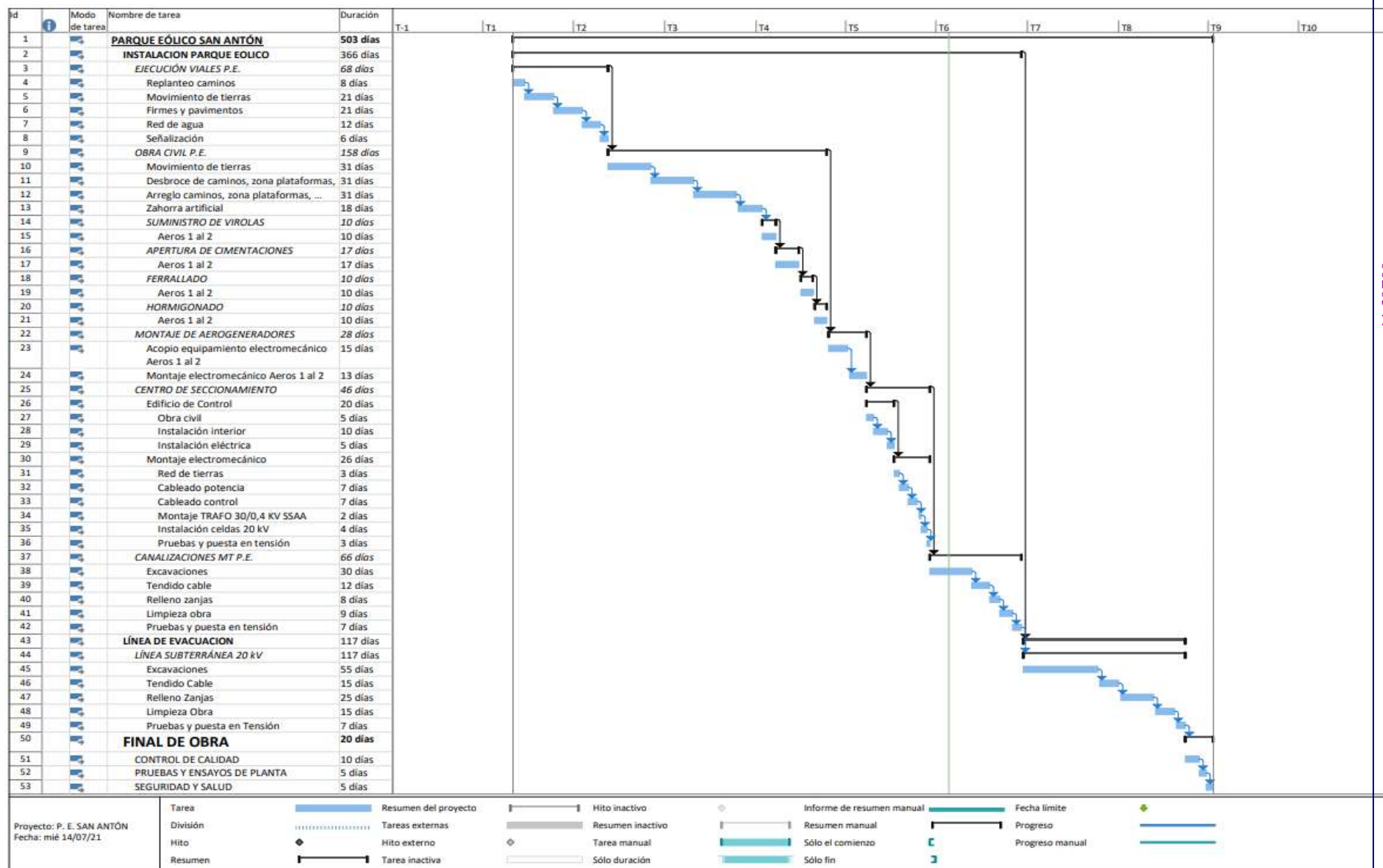
12. CRONOGRAMA



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO





CAPÍTULO 2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



1. RESUMEN PRESUPUESTO

Parque Eolico San Anton 4 MW					€
1	Parque Eólico	Unidad	Mediciones	€	2.755.613,60 €
1.1	<u>Maquinaria y equipos</u>				2.400.000,00 €
1.1.1	Aerogenerador 2 MW	Unidades	2,00	1.200.000,00	2.400.000,00 €
1.2	<u>Obra civil</u>				315.745,55 €
1.2.1	Montaje de aerogenerador	Unidades	2,00	44.500,00	89.000,00 €
1.2.2	Plataformas (50mx50m):	Unidades	2,00	40.000,00	80.000,00 €
	- Desmante y terraplenado de terrenos				
	- Uso de zahorras				
1.2.3	Cimentaciones de Aerogenerador:	Unidades	2,00	6.000,00	12.000,00 €
	- Diametros de 16 m				
1.2.4	Viales	m2	15.637,00	4,00	62.548,00 €
	- Desmante y terraplenado de terrenos				
	- Uso de zahorras				
1.2.5	Zanjas	m	1.604,39	45,00	72.197,55 €
	- Movimiento de Tierra				
	- Arquetas registrables				
1.3	<u>Instalación eléctrica</u>				39.868,05 €
1.3.1	Sistema colector	m	1.604,39	14,00	22.461,46 €
	- Conductor 150 mm				
1.3.2	Sistema de comunicación	m	1.604,39	1,50	2.406,59 €
	- Fibra óptica				
1.3.3	Sistema de tierras	unidades	1,00	15.000,00	15.000,00 €
2	Centro de seccionamiento eléctrico	Unidad	Mediciones	€	92.000,00 €
2.1	<u>Maquinaria y equipos</u>				55.000,00 €
2.1.1	Celdas Media Tension	unidades	1,00	55.000,00	55.000,00 €
	- Celda 20 kV				
	- Celda de Medida				
2.2	<u>Obra civil</u>				20.000,00 €
2.2.1	Excavacion y Explanacion	unidades	1,00	20.000,00	20.000,00 €
2.3	<u>Instalacion eléctrica</u>				17.000,00 €
2.3.1	Sistemas eléctricos	unidades	1,00	17.000,00	17.000,00 €
	- Conexion de celdas				
	- Sistema de tierras				
3	Línea de Evacuación	Unidad	Mediciones	€	801.528,12 €
3.1	<u>Maquinaria y equipos</u>				323.380,00 €
3.1.2	Línea Subterránea	km	14,06	23.000,00	323.380,00 €
	- Conductor 630 mm2				
	- Kit de empalmes				
3.2	<u>Obra civil</u>				478.148,12 €
3.2.1	Zanjas	m	14.063,18	34,00	478.148,12 €



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-BF444

VISADO



- Movimiento de Tierra				
- Arquetas registables				

TOTAL	3.649.141,72 €	 Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-BF444 MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544 VISADO
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	21.532 €	
TOTAL PROYECTO DE EJECUCION MATERIAL (PEM)	3.649.141,72 €	
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS	2.778.380,00 €	
TOTAL OBRA CIVIL	813.893,67 €	
TOTAL INSTALACION ELECTRICA	56.868,05 €	



CAPÍTULO 3. ANEXOS



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



ANEXO I RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA)



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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

RBDA PARQUE EÓLICO					
Nº	PROVINCIA	TERMINO MUNICIPAL	POLÍGONO	PARCELA	REF. CATASTRAL
1	TERUEL	CAMARILLAS	518	20	44055A51800020
2	TERUEL	CAMARILLAS	518	21	44055A51800021
3	TERUEL	CAMARILLAS	518	5339	44055A51805339
4	TERUEL	CAMARILLAS	517	9002	44055A51709002
5	TERUEL	CAMARILLAS	519	9005	44055A51909005
6	TERUEL	CAMARILLAS	516	49	44055A51600049
7	TERUEL	CAMARILLAS	517	6	44055A51700006
8	TERUEL	CAMARILLAS	517	10	44055A51700010
9	TERUEL	CAMARILLAS	517	5098	44055A51705098
10	TERUEL	CAMARILLAS	517	5272	44055A51705272
11	TERUEL	CAMARILLAS	517	5273	44055A51705273
12	TERUEL	CAMARILLAS	517	5337	44055A51705337
13	TERUEL	CAMARILLAS	517	5341	44055A51705341
14	TERUEL	CAMARILLAS	517	5351	44055A51705351
15	TERUEL	CAMARILLAS	517	5352	44055A51705352
16	TERUEL	CAMARILLAS	517	5353	44055A51705353
17	TERUEL	CAMARILLAS	517	5356	44055A51705356
18	TERUEL	CAMARILLAS	517	20009	44055A51720009
19	TERUEL	CAMARILLAS	517	20012	44055A51720012
20	TERUEL	CAMARILLAS	519	1	44055A51900001
21	TERUEL	CAMARILLAS	519	5339	44055A51905339
22	TERUEL	CAMARILLAS	516	9015	44055A51609015
23	TERUEL	CAMARILLAS	516	9017	44055A51609017
24	TERUEL	CAMARILLAS	517	9001	44055A51709001
25	TERUEL	CAMARILLAS	517	9004	44055A51709004
26	TERUEL	CAMARILLAS	517	9007	44055A51709007

RBDA LÍNEA DE EVACUACIÓN					
Nº	PROVINCIA	TERMINO MUNICIPAL	POLÍGONO	PARCELA	REF. CATASTRAL
1	TERUEL	CAMARILLAS	506	5122	44055A50505122
2	TERUEL	CAMARILLAS	506	5270	44055A50505270
3	TERUEL	CAMARILLAS	506	3	44055A50600003
4	TERUEL	CAMARILLAS	506	4	44055A50600004
5	TERUEL	CAMARILLAS	506	5	44055A50600005
6	TERUEL	CAMARILLAS	506	6	44055A50600006
7	TERUEL	CAMARILLAS	506	5307	44055A50605307
8	TERUEL	CAMARILLAS	506	5311	44055A50605311
9	TERUEL	CAMARILLAS	506	5323	44055A50605323



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegado nº
0026544

VISADO



10	TERUEL	CAMARILLAS	506	5329	44055A50605329
11	TERUEL	CAMARILLAS	506	5330	44055A50605330
12	TERUEL	CAMARILLAS	506	20007	44055A50620007
13	TERUEL	CAMARILLAS	507	2	44055A50700002
14	TERUEL	CAMARILLAS	507	6	44055A50700006
15	TERUEL	CAMARILLAS	507	5167	44055A50705167
16	TERUEL	CAMARILLAS	507	5324	44055A50705324
17	TERUEL	CAMARILLAS	507	5325	44055A50705325
18	TERUEL	CAMARILLAS	507	5327	44055A50705327
19	TERUEL	CAMARILLAS	507	5329	44055A50705329
20	TERUEL	CAMARILLAS	507	5330	44055A50705330
21	TERUEL	CAMARILLAS	518	20	44055A51800020
22	TERUEL	CAMARILLAS	518	5125	44055A51805125
23	TERUEL	CAMARILLAS	518	5126	44055A51805126
24	TERUEL	CAMARILLAS	518	5165	44055A51805165
25	TERUEL	CAMARILLAS	518	5166	44055A51805166
26	TERUEL	CAMARILLAS	505	9007	44055A50509007
27	TERUEL	CAMARILLAS	506	9001	44055A50609001
28	TERUEL	CAMARILLAS	506	9003	44055A50609003
29	TERUEL	CAMARILLAS	506	9004	44055A50609004
30	TERUEL	CAMARILLAS	506	9005	44055A50609005
31	TERUEL	CAMARILLAS	507	9001	44055A50709001
32	TERUEL	CAMARILLAS	507	9002	44055A50709002
33	TERUEL	CAMARILLAS	507	9003	44055A50709003
34	TERUEL	CAMARILLAS	507	9004	44055A50709004
35	TERUEL	CAMARILLAS	517	9002	44055A51709002
36	TERUEL	CAMARILLAS	518	9003	44055A51809003
37	TERUEL	CAMARILLAS	518	9004	44055A51809004
38	TERUEL	CAMARILLAS	505	5239	44055A50505239
39	TERUEL	ALIAGA	1	150	44017A00100150
40	TERUEL	ALIAGA	1	157	44017A00100157
41	TERUEL	ALIAGA	1	158	44017A00100158
42	TERUEL	ALIAGA	1	220	44017A00100220
43	TERUEL	ALIAGA	1	221	44017A00100221
44	TERUEL	ALIAGA	2	64	44017A00200064
45	TERUEL	ALIAGA	2	65	44017A00200065
46	TERUEL	ALIAGA	2	70	44017A00200070
47	TERUEL	ALIAGA	2	74	44017A00200074
48	TERUEL	ALIAGA	2	83	44017A00200083
49	TERUEL	ALIAGA	2	107	44017A00200107
50	TERUEL	ALIAGA	2	114	44017A00200114
51	TERUEL	ALIAGA	2	115	44017A00200115
52	TERUEL	ALIAGA	2	149	44017A00200149
53	TERUEL	ALIAGA	2	151	44017A00200151
54	TERUEL	ALIAGA	2	152	44017A00200152



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



55	TERUEL	ALIAGA	2	169	44017A00200169
56	TERUEL	ALIAGA	2	10066	44017A00210066
57	TERUEL	ALIAGA	2	10105	44017A00210105
58	TERUEL	ALIAGA	2	20066	44017A00220066
59	TERUEL	ALIAGA	2	20072	44017A00220072
60	TERUEL	ALIAGA	2	20075	44017A00220075
61	TERUEL	ALIAGA	2	20080	44017A00220080
62	TERUEL	ALIAGA	12	22	44017A01200022
63	TERUEL	ALIAGA	12	25	44017A01200025
64	TERUEL	ALIAGA	12	27	44017A01200027
65	TERUEL	ALIAGA	12	31	44017A01200031
66	TERUEL	ALIAGA	12	86	44017A01200086
67	TERUEL	ALIAGA	12	88	44017A01200088
68	TERUEL	ALIAGA	12	89	44017A01200089
69	TERUEL	ALIAGA	13	8	44017A01300008
70	TERUEL	ALIAGA	13	9	44017A01300009
71	TERUEL	ALIAGA	13	10	44017A01300010
72	TERUEL	ALIAGA	13	14	44017A01300014
73	TERUEL	ALIAGA	13	16	44017A01300016
74	TERUEL	ALIAGA	13	17	44017A01300017
75	TERUEL	ALIAGA	13	18	44017A01300018
76	TERUEL	ALIAGA	13	105	44017A01300105
77	TERUEL	ALIAGA	13	107	44017A01300107
78	TERUEL	ALIAGA	13	114	44017A01300114
79	TERUEL	ALIAGA	13	128	44017A01300128
80	TERUEL	ALIAGA	13	130	44017A01300130
81	TERUEL	ALIAGA	13	10129	44017A01310129
82	TERUEL	ALIAGA			6266901XL9065N
83	TERUEL	ALIAGA			6266902XL9065N
84	TERUEL	ALIAGA	1	9001	44017A00109001
85	TERUEL	ALIAGA	1	9003	44017A00109003
86	TERUEL	ALIAGA	1	9010	44017A00109010
87	TERUEL	ALIAGA	2	9002	44017A00209002
88	TERUEL	ALIAGA	2	9007	44017A00209007
89	TERUEL	ALIAGA	2	9008	44017A00209008
90	TERUEL	ALIAGA	2	9012	44017A00209012
91	TERUEL	ALIAGA	12	9003	44017A01209003
92	TERUEL	ALIAGA	12	9005	44017A01209005

Tabla 20 RBDA



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



ANEXO II CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



1. CÁLCULOS ELECTRICOS

Los aerogeneradores del Parque Eólico se enlazan en 1 circuito subterráneo de media tensión hasta el centro de seccionamiento eléctrico. Esta red subterránea será en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, a 50 Hz de frecuencia y a la tensión nominal de 20 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	20	1.761,56	60,77

Intensidad de todos los Aerogeneradores (MT 20 kV):

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

$$I_T = N^{\circ} \text{ Aero} \cdot I_{MT} = 2 \cdot 60,77 = 121,55 \text{ A}$$

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



- 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. (20kV)

Como se ha indicado la tensión de alimentación es de 20 KV, y se pretende comprobar que la interconexión de media tensión es la correcta. Se instalarán 3 cables unipolares designación UNE RHZ1 12/20 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 12/20 KV es de 205 A para el conductor de sección 95 mm² en Al al aire y a 40°C según ITC LAT 06 Tabla 13:

$$I_{\max} = 205 \text{ A}$$

Muy superior a los 121,55 A, calculados, que corresponden a 2.000KW para 20.000 V.

1.2.3.2. Caída de tensión

La caída de tensión se calculará según la fórmula:

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

Se obtendrá una caída de tensión prácticamente despreciable.

1.2.3.3. Pérdidas 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



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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 12/20 KV. La línea de evacuación la formarán los cables desde los últimos aerogeneradores del circuito hasta la CSE.

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 25°C serán:

Ternas	Factor	Al 95 mm ²	Al 150mm ²	Al 240mm ²	Al 400mm ²	Al 500mm ²
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:

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

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:





- 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 Pérdidas Parcial (kW)	Pot Pérdidas Acum(kW)	Pot Pérdidas Acum(%)
1	AE1	AE2	20	2000	0,508	1	0,86	Al 95 mm2	0,41	0,132	201,41 A	60,77	23,03	23,03	0,115	2,31	2,31	0,058
1	AE2	CSE	20	4000	1	1	0,86	Al 150 mm2	0,264	0,123	255,44 A	121,55	66,67	89,70	0,449	12,81	15,12	0,378
Caida de tensión máxima															0,449			
Pérdidas de potencia línea															15,12	0,378		
Pérdidas total parque															15,12	0,378		



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 20kV 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: $U = \frac{20}{\sqrt{3}} = 11,54 \text{ kV}$

La red según CEI (publicación 183) es de 1ª categoría, porque la duración de un defecto entre fase-tierra, 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:

$$U_0/U = 12/20 \text{ KV}$$

1.3.2. Distancias y zonas de protección a 20KV

Las distancias mínimas a respetar por los conductores activos desnudos para la tensión más elevada del material de 24KV-145KV-cr., según ITC-RAT-12, tabla 1 son:

- 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



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 (20KV) 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.

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.
- Sobre tensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga funcionar las protecciones, asegurado la eliminación de la falta.



2. CÁLCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable
2. Caída de tensión de tensión
3. Capacidad de transporte
4. Pérdidas de potencia.

2.1. Características eléctricas del conductor

A continuación, se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura θ de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} * (1 + \alpha * (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

θ = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90°C .

Para los conductores normalizados en el presente proyecto las resistencias serán:

Sección	Resistencia a 90°C (Ω/Km)
Al 95 mm ²	0,41
Al 150 mm ²	0,264
Al 240 mm ²	0,16
Al 400 mm ²	0,0997
Al 630 mm ²	0,067

Reactancia eléctrica

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición las tres fases por un mismo tubo y dispuestos en triángulo son:

Sección	Reactancia a 90°C (Ω/Km) ²
Al 95 mm ²	0,132
Al 150 mm ²	0,123
Al 240 mm ²	0,106
Al 400 mm ²	0,106
Al 630 mm ²	0,092



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



2.2. Intensidades máximas admisibles.

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento en seco	Servicio permanente θ_{cc}	Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250°C

Intensidad máxima admisible en servicio permisible

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados y bajo tubo podrán admitir una intensidad permanente según se muestra en la tabla proporcionada por el fabricante:

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con XLPE (Voltalene) sin armadura.

Sección nominal mm ²	Tensión nominal (Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	115	105	100	91	98	90
25	155	140	130	120	125	115
35	185	170	155	145	150	140
50	220	205	180	170	175	160
70	275	255	225	205	220	200
95	335	305	265	245	260	235
120	385	345	300	280	290	265
150	435	395	340	315	325	300
185	500	445	380	355	370	335
240	590	525	440	415	425	395
300	680	600	490	460	475	445
400	790	-	560	520	-	-
500	930	-	635	605	-	-
630	1095	-	715	675	-	-
Conductores de Al						
16	92	80	78	74	76	70
25	120	110	100	94	95	90
35	145	130	120	110	115	105
50	170	155	140	130	135	125
70	210	195	170	160	165	155
95	255	235	205	190	200	180
120	295	270	235	215	225	205
150	335	305	260	245	255	230
185	385	345	295	280	285	260
240	455	405	345	320	330	305
300	520	465	390	365	375	345
400	610	-	445	415	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	820	-	575	545	-	-

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1,5 K·m/W.





En el presente proyecto el circuito se compondrá de tres conductores unipolares de aluminio homogéneo de tensión nominal de 20 kV, cuya denominación es:

RH5Z1 (S) 12/20 kV 1x(3x630) k Al

Según la tabla anterior, un conductor de aluminio de 630 mm² directamente enterrado de sección le corresponde una intensidad máxima admisible $I_{máxadm} = 575$ A.

A este valor se le aplicarán los coeficientes de corrección correspondientes en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2 de la ITC-LAT-06.

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

Temperatura del terreno (F_{ct})

Para una Temperatura de servicio Permanente de 90° y una temperatura del terreno de 30° el factor de corrección referente a la temperatura del terreno según la tabla 07 de la ITC-LAT 06 es de **0,96**.

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

Temperatura °C Servicio Permanente θ_s	Temperatura del terreno, θ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Resistividad térmica del terreno (F_{crt})

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 08 ITC-LAT 06.



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

Suponiendo que en la zona por la que concurre nuestra línea, en este caso Teruel, es de 1 K.m/W, el coeficiente de corrección referente a la resistividad térmica del terreno de la tabla 08 ITC-LAT 06 para cables bajo tubo es de **1,19**.

Corrección por distancias entre ternos o cables tripolares (Fdis)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT 6.

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Como por nuestra zanja discurren dos ternas separadas una distancia de 0,4 m el factor de corrección es de **0,86**.

Profundidades de instalación (Fcp)





Se aplicarán los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT 6.

La profundidad de la instalación será de 1 m, por lo que se aplica un factor de corrección de **1,00**.

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm ²	>185 mm ²	≤185 mm ²	>185 mm ²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I * F_{ct} * F_{crt} * F_{dis} * F_{cp}$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

F_{ct} = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

F_{crt} = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

F_{ca} = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

F_{dis} = Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares,

F_{cp} = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad máxima admisible permanente en cada conductor será:

$$I_{máxadm} = 345 * 0,96 * 1,19 * 0,86 * 1,00 = 564,92 \text{ A}$$

Esta es la intensidad máxima admisible del cable, es decir, la intensidad máxima que es capaz de soportar el cable con los distintos factores de corrección, no obstante, en el apartado 17.3.3 se justificará con la intensidad real que circula por la línea contemplando todas las cargas existentes en el anillo del que forma parte.

2.3. Intensidad de cortocircuito máxima admisible.

En primer lugar, el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Con carácter general, se fija el valor de la intensidad asignada de corta duración (1 s) en 16 kA para la red de Media Tensión.

Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito por ser más desfavorable, se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Dónde:

I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,

En cualquier caso, el valor de la Intensidad de Cortocircuito (I_{cc}), en el punto del tramo objeto, deberá ser confirmado por REE.

2.4. Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito, dato que deberá ser proporcionado por REE.

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión, según norma UNE 21192:1992:

$$I = \varepsilon * I_{AD}$$

Donde:

- I : es la intensidad de cortocircuito admisible.
- I_{AD} : es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática.
- ε : es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes. En régimen adiabático $\varepsilon = 1$.

Intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático, se presenta bajo la siguiente forma general:

$$I_{AD}^2 * t = K^2 * S^2 * \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Donde:

- I_{AD} es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A).



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



- t : es la duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 1 s.
- K : es la constante que depende del material del componente conductor de corriente.
 - o Para el aluminio se utilizará un valor de $148 \text{ As}^{-1/2}/\text{mm}^2$.
 - o Para el cobre se utilizará un valor de $226 \text{ As}^{-1/2}/\text{mm}^2$.
- S : es la sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre.
- θ_f : es la temperatura final ($^{\circ}\text{C}$). En el conductor se utilizarán 250°C y en la pantalla se utilizarán 210°C .
- θ_i : es la temperatura inicial ($^{\circ}\text{C}$). En el conductor se utilizarán 90°C y en la pantalla se utilizarán 80°C .
- β : es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a $^{\circ}\text{C}$ (K);
 - o Para el aluminio se utilizará un valor de 228°C (K).
 - o Para el cobre se utilizará un valor de $234,5^{\circ}\text{C}$ (K).

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en las pantallas del cable

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

Para el conductor $1 \times 630 \text{ mm}^2$ Al RH5Z1 12/20 kV, la pantalla metálica tendrá una sección de 16 mm^2 y está compuesta por hilos de cobre.

2.5. Intensidades circulantes por la línea.

La intensidad máxima que transporta la línea será la aportada por la totalidad de la energía generada por el parque eólico, siendo la siguiente:





$$I_{\text{máxcabecera}} = \frac{12 * 10^6}{\sqrt{3} * 30 * 10^3 * 0,9} = 364,64 \text{ A}$$

Siendo:

$I_{\text{máxcabecera}}$ = Intensidad máxima dada en cabecera de subestación, en A.

2.6. Potencia a transportar.

En el presente proyecto la potencia máxima a transportar será la potencia generada por los parques eólicos denominados “San Antón”, “Virgen del Campo” y “Virgen de Fátima” que será de 12 MW

La potencia a transportar por el cable deberá ser inferior en todo momento a la potencia máxima admisible, según la intensidad máxima admisible del cable, que en este caso es de:

Tensión (kV)	I máxadm	Cos φ	Padm (MW)	$\geq$	Ptot real (MW)	Condición
30	345	1	18,92		12	CUMPLE

2.7. Caídas de tensión.

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

La caída de tensión se calculará como:

$$\Delta U = L * I * \sqrt{3} * [(R_{50} * \cos\varphi) + (X * \sin\varphi)]V$$

Dónde:

L = Longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km

X = Reactancia de la línea, en Ω/km .

$\cos \varphi$ = Coseno de φ de la instalación, admi.

$\sin \varphi$ = Seno de φ de la instalación, admi.

Para nuestro caso tenemos:



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



L = Longitud, en km

Imáxcabecera = Intensidad máxima de la instalación, en A

Sección	Reactancia a 90°C (Ω/Km) ²	I _{max} (enterrado)
Al 95 mm ²	0,132	205
Al 150 mm ²	0,123	260
Al 240 mm ²	0,106	345
Al 400 mm ²	0,106	445
Al 630 mm ²	0,092	575

Considerando un factor de potencia de 0,95 obtenemos una caída de tensión:

$$\Delta U = 820,48 \text{ V}$$

Donde la caída de tensión porcentual es de:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U (V)}{U(V)} = \frac{820,48 \text{ V}}{20.000 \text{ V}} * 100 = 4,1\%$$

Obteniendo una caída de tensión, inferior al 7% de la tensión de servicio de la línea, según indica el artículo 104 en su punto 3 del Real Decreto 1955/2000.

2.8. Pérdidas de potencia.

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 * R * L * I^2$$

Dónde:

ΔP = Pérdida de potencia, en W,

L = Longitud de la línea, en km,

R₉₀ = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

I = Intensidad de la línea, en A.

Sustituyendo valores tenemos, para nuestro tramo:

$$\Delta P = 362,78 \text{ kW}$$



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



ANEXO III MEDIDAS ANTI INCENDIOS



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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.

- 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.

- 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



ANEXO IV DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y DATOS DEL AEROGENERADO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011 -
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

Technische Beschreibung

ENERCON Windenergieanlage
E-103 EP2 / 2000/2350 kW



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0432159-5		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2017-12-20	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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	Sensorsystem	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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 schnell-drehende 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

3 Komponenten der E-103 EP2

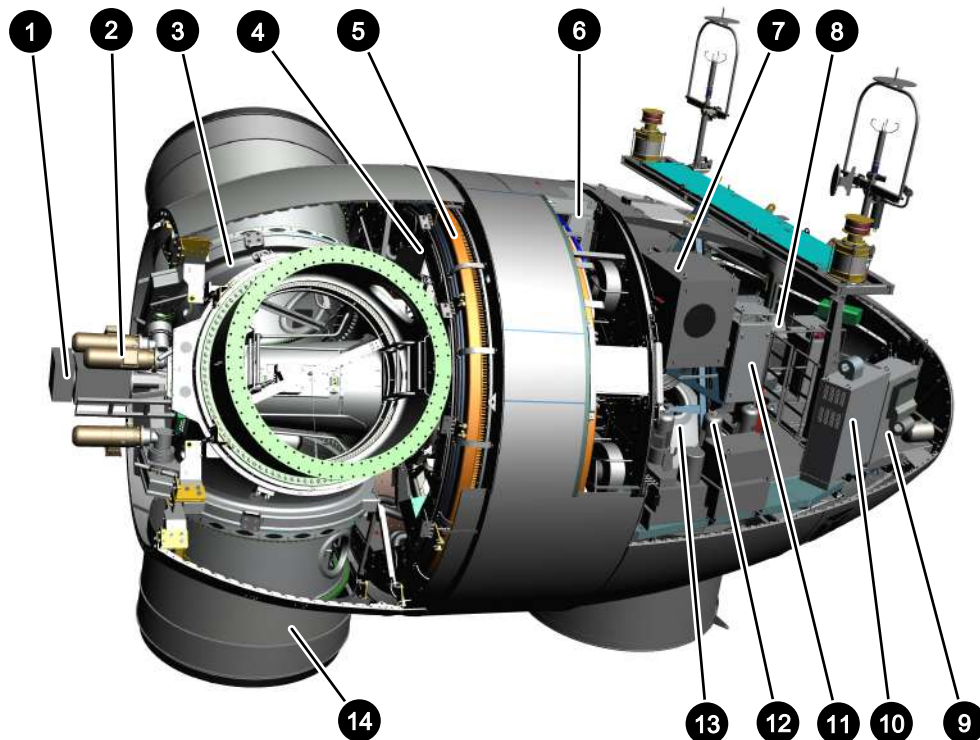


Abb. 2: Gondelansicht ENERCON E-103 EP2

1 Schleifringübertrager	2 Blattverstellantriebe
3 Rotornabe	4 Generator-Rotor
5 Generator-Stator	6 Statorträger
7 Gleichrichterschrank	8 Gondelsteuerschrank
9 Azimutschalterschrank	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

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

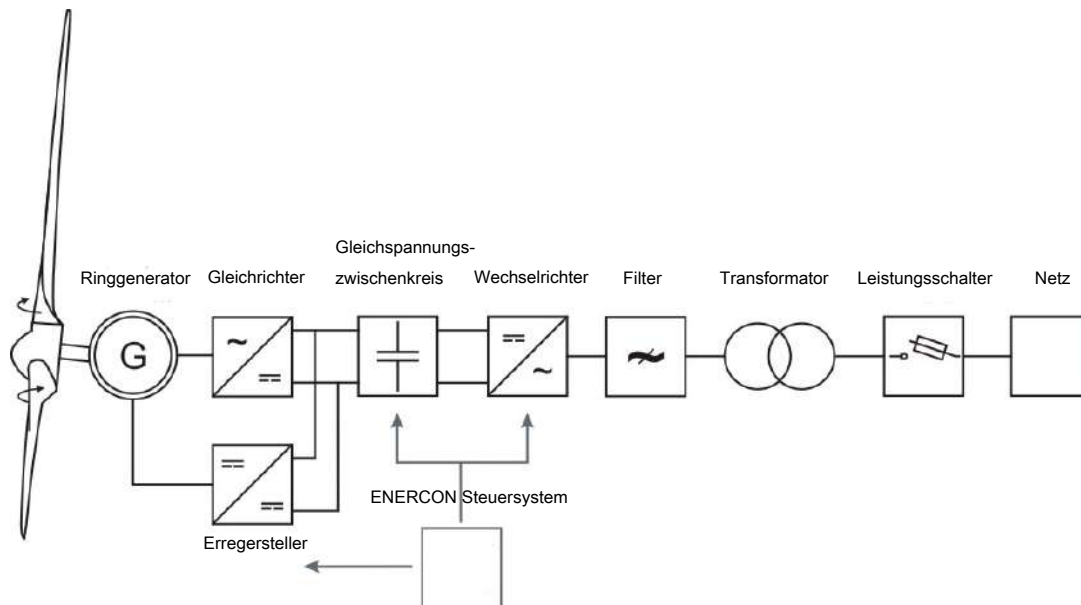


Abb. 3: Vereinfachtes elektrisches Diagramm einer ENERCON WEA

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.

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 (**Static Compensator**) die Windenergieanlage zusätzlich, Blindleistung abzugeben und aufzunehmen unabhängig davon, ob sie selbst Wirkleistung erzeugt und ins Netz einspeist. Ähnlich einem Kraftwerk kann sie das mit dem 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

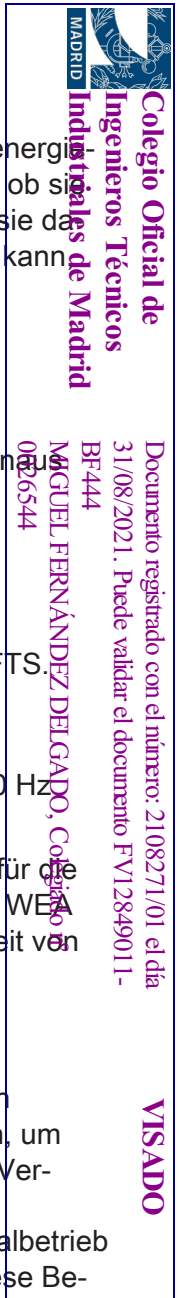
ENERCON Windenergieanlagen können in Netzen mit einer Nennfrequenz von 50 Hz oder auch 60 Hz eingesetzt werden.

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.



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, Windschwindigkeit, 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.

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 Blattregelschranke 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 Grenzschar 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 Rohraufgabe, 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

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-BF444-02544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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

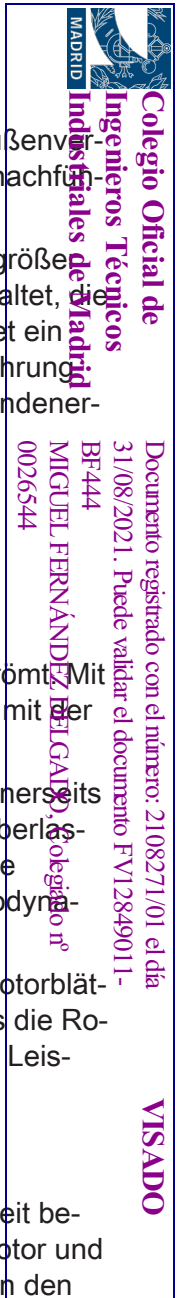
Die Blattverstellung ändert den Anstellwinkel, mit dem die Luft das Blattprofil anströmt. Mit dem Blattwinkel ändert sich der Auftrieb des Rotorblatts und damit auch die Kraft, mit der das Blatt den Rotor dreht.

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.



Blattwinkel

Besondere Rotorblattstellungen (Blattwinkel) sind bei der E-103 EP2:

- A: 2°** Normalstellung im Teillastbetrieb: maximale Ausnutzung des Windangebots.
- B: $\geq 60^\circ$** 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.

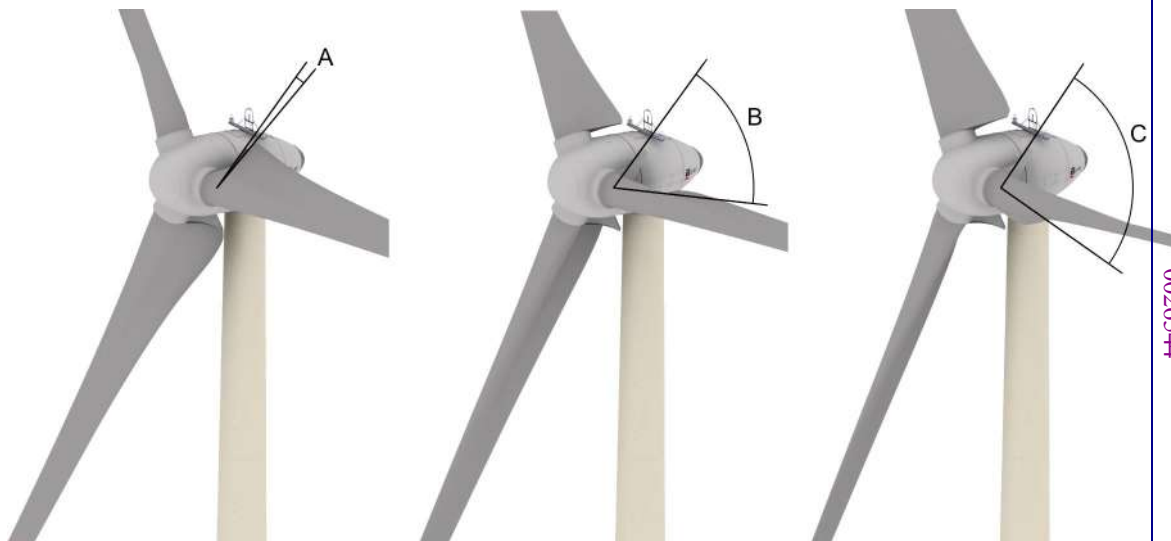


Abb. 4: Besondere Blattstellungen

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

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. Sobald der Generator eine ausreichende Drehzahl, versorgt sich die Windenergieanlage selbst mit Strom. Der Strom für die Eigenerregung wird dann aus dem Gleichrichterwiderstandskreis 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 $P_{\text{soll}} > 0$ werden die Netzschütze (Niederspannungsseite) geschlossen und die E-103 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.

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

$v \geq 11$ (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.

6.4.2 Teillastbetrieb

Windgeschwindigkeit

$2,5 \text{ m/s} \leq v < 11 \text{ (2000 kW)/12 (2350 kW) m/s}$

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

$v < 2,5 \text{ m/s}$

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 $\geq 60^\circ$), 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444-
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026548

VISADO

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.

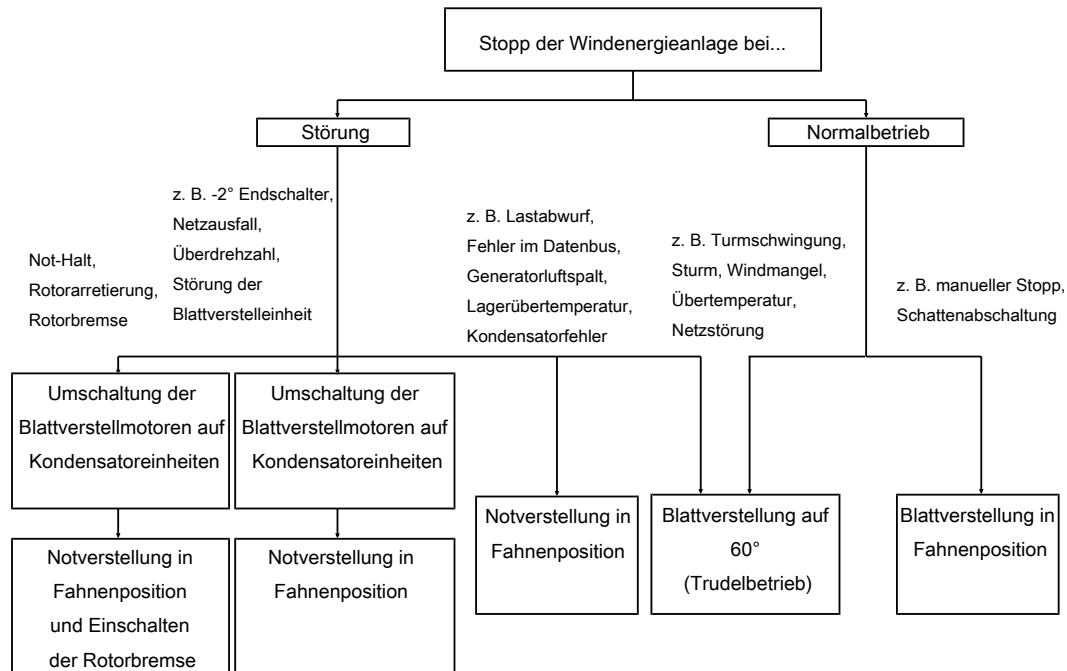


Abb. 5: Übersicht der Haltevorgänge

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.

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 Überwachungsstation 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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-Mittel- wert)	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 Windge- schwindigkeit 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 Leistungsein- speisung bis Nenndrehzahl	4,8 - 14,4 (2000 kW)/14,6 (2350 kW) U/min
Tipgeschwindigkeit bei Soll- drehzahl	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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

Antriebsstrang mit Generator	
Anlagenkonzept	getriebeles, 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	Stahlurm mit Fundamentkorb	IEC IIIA ¹
84,58 m	136,08 m	Stahlurm mit Fundamentkorb	IEC IIIA ¹ DIBt WZ2 GK I+II ²
98,00 m	149,50 m	Stahlurm mit Fundamentkorb	IEC IIIA / S ¹ DIBt WZ2 GK I+II ²
98,38 m	149,88 m	Hybridurm	IEC IIIA ¹
108,38 m	159,88 m	Hybridurm	IEC IIIA ¹ DIBt WZ2 GK I+II ²
138,38 m	189,88 m	Hybridurm	IEC IIIA ¹ DIBt WZ2 GK I+II ²

¹Edition 3; ²Ausgabe 2012


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-BF444
 MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544

VISADO

CAPÍTULO 4. PLIEGO DE CONDICIONES



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

INDICE

CAPÍTULO 4. PLIEGO DE CONDICIONES.....	1
A. OBRA CIVIL.....	7
1. CONDICIONES GENERALES	7
1.1. OBJETO.....	7
1.2. DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA.....	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

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

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.	RESPONSABILIDAD 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

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 COMPLEMENTARIA

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.

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

En el caso de que la zanja atravesase 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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 inferiores 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/cm ²)	5100	4100
Carga de rotura (kg/cm ²)	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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 zanjás, 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 el 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 (2°C).

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.

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 atraviere 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 (2°C) 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:

TIPO	NIVEL CONTROL	DE	COEF. DE MINOR.	ÁRIDO M/M	CEMENTO	CONSISTENCIA	7.2.1.1.1 UTILIZACIÓN
HM-15	Normal	-		20 o 40	1/32,5	Seca o plástica	Presoleras, zanjás, cimiento de bordillos
HM-20	Normal	1,5		20	1/42,5	Plástica	Pequeñas obras de fábrica, hormigón en masa
HM-25	Normal	1,5		20	1/42,5	Plástica	Hormigón armado
HM-30	Normal	1,5		20	1/42,5	Plástica	Hormigón armado
HM-35	Normal	1,5		20	1/42,5	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.

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.

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 rectificadas y limpias 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.

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 atenderá 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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 fijan 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

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

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, refinados 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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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.

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, pretilos 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.

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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

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.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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

Conductor aislado 18/30 KV - 1x150 mm² en aluminio para 0 KV

Tensión (U ₀ /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 mm ² en Al



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

Intensidad admisible permanente:

- al aire a 40°C 335 A
- enterrado a 25°C (a 1m) 260 A

Densidad máxima de cortocircuito en A/mm², temperatura inicial 90°C, final 250°C 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 20°C 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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.

- 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.

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 envoltente 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 envoltente metálica para tensiones nominales de 72,5 V y superiores.

UNE 20 324 78 1R: Clasificación de los grados de protección proporcionados por las envoltentes.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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. TRANSFORMADORES

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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.
- Envolverte de carcasa metálica.
- Elementos de elevación y arrastre.
- Ruedas orientables.

Regulación de tensión en vacío

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 $\pm 10\%$ 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

Documentación técnica que se debe presentar con la oferta

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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.

Documentación técnica que debe facilitar el fabricante después de cursado el pedido

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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/ZnO
– 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...+40°C

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

UNE 20-509-85 (1) (Concuerda con CISPR 18-1/1982): Características de las líneas y aparata 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 aparata 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 aparata 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.

- 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 μ s).
 - 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.

- 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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:

- 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 pS.
- Resistencia de difusión a tierra, individual para cada aerogenerador, exigida por la PROPIEDAD $R_t \leq 2 \Omega$.
- 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.

- 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 ($\approx 5\%$) 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.

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

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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

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.

4.11. RESPONSABILIDAD 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 DISTRIBUCIÓN 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.

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 μ seg.

Se deberá disponer del protocolo de pruebas realizadas a la tensión (1,2/50 μ seg) 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.

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 $R_t \leq 2 \Omega$.
- Medición del sistema general único de la red de tierras.
- Medición de las tensiones de paso y de contacto en cada centro.

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 mayor 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

CAPÍTULO 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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





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

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

- 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 Artículo 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 Riesgos 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.



- 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:

Movimiento de tierras.

Martillo rompedor Retroexcavadora Pala cargadora
Excavadora de draga de arrastre Zanjadora continua

Transporte horizontal.

Carretilla por pinzas elevadoras o torito Camión basculante

Maquinaria de elevación.

Cabrestante (maquinillo) Puente grúa
Maquinaria para hormigones.
Bomba de hormigón hidráulica Camión hormigonera Autohormigonera
Proyectadora de mortero y hormigones

Maquinaria para compactación y pavimentación.

Extendedora
Rodillo vibrante autopropulsado Explanadora

Maquinaria transformadora de energía.

Motor eléctrico



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 laborales 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

Identificación de los riesgos

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 tablonos 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.

4.5. Barandillas de protección

Antepedochos 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 tabloncillos, 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 tablonos sanos, sin nudos y sin pintar y ofrecerá una resistencia suficiente para el objeto a que se destina.

Bajo las plataformas de trabajo se señalará 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.

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 rebasará 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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.



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 tablonos 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

Las escaleras de mano deberán 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



- 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.

Seguridad de traslación



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 pie de flecha.

Normalmente van montadas en pie 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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 microinterruptores, 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 microinterruptores.

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 microinterruptores 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.



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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



- 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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, conexiados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindadas e interconexiados 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: $3,3 + \text{tensión (en KV)}/100$.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

Señales de prohibición

Forma:	Circulo
Color de seguridad:	Rojo
Color de contraste:	Blanco
Color de Símbolo:	Negro

Señales de indicación de peligro

Forma:	Triángulo equilátero
Color de seguridad:	Amarillo
Color de contraste:	Negro
Color de símbolo:	Negro

Señales de información de seguridad

Forma:	Rectangular
Color de seguridad:	Verde
Color de contraste:	Blanco
Color de símbolo:	Blanco

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 $S > L^2/2000$, 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalar 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 (laminas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

4.30. Iluminación

Se atenderá 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 apreciaran 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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.

- 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



- 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.

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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.



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.

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, embreado, 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 "Gruista".

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.

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 estrobo.

El transporte suspendido de cargas, debe realizarse de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores responsables de la maniobra estrobo y aparejado de armaduras irán provistos de guantes anticorte y antiabrasión, casco, calzado de seguridad y chalecos reflectantes de señalista

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 10 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



- 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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 inferiores 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

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



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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

CAPÍTULO 6. BALIZAMIENTO



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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 San Antón.

Dicho parque eólico se encuentra en el Término Municipal de Camarillas, en la provincia de Teruel. Está constituido por 2 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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



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)
AEG-1	691310	4497294	1.400	138	190	1.590
AEG-2	691305	4496883	1.400	138	190	1.590
CSE	691151	4497466	1.380	138	190	1.570



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

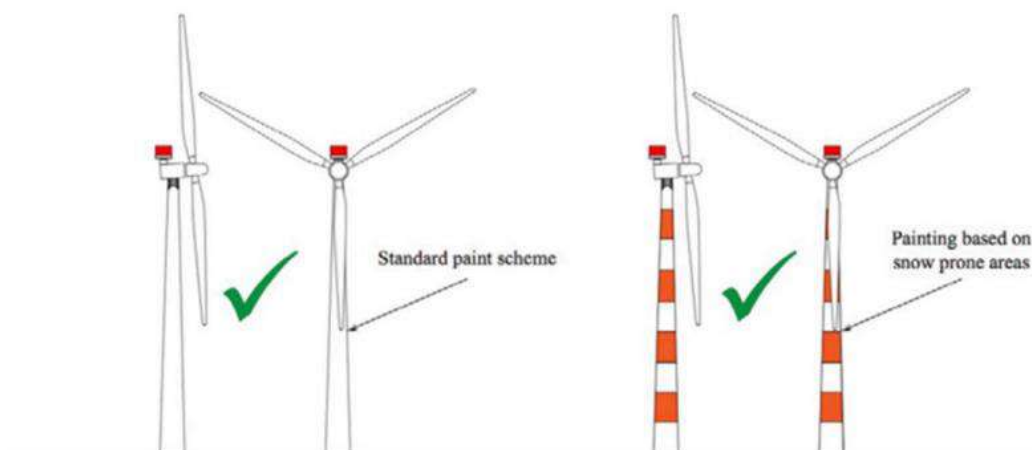
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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.

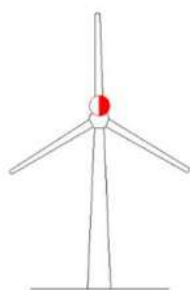
Lo establecido anteriormente debe ser justificado adecuadamente por parte del fabricante de las luces mediante la presentación de una ficha técnica que especifique que la instalación prevista cumple con los requisitos establecidos por OACI.

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.

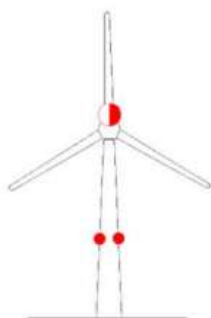
3.3.1. Tipo de iluminación según la altura:

Altura del aerogenerador: $100 \text{ m} < h \leq 150 \text{ m}$



- Por defecto, en todos los casos se debe disponer de un sistema Dual Media A / Media C.

Altura del aerogenerador: $h > 150 \text{ m}$



- 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.

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



4. ESPECIFICACIONES DEL BALIZAMIENTO

A continuación, se indican las características de los equipos de balizamiento, pudiéndose utilizar los indicadas a continuación o similares

Orga

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**

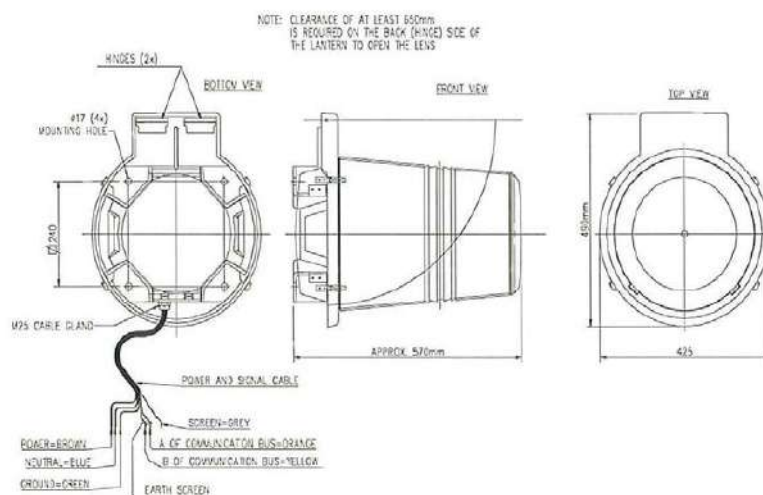
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



EAFS

Type numbering		Additional information						
L303-	Extension	Flashes per minute			Power consumption (W)			Comment
		Day	Twilight	Night	Day	Twilight	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

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544

VISADO



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

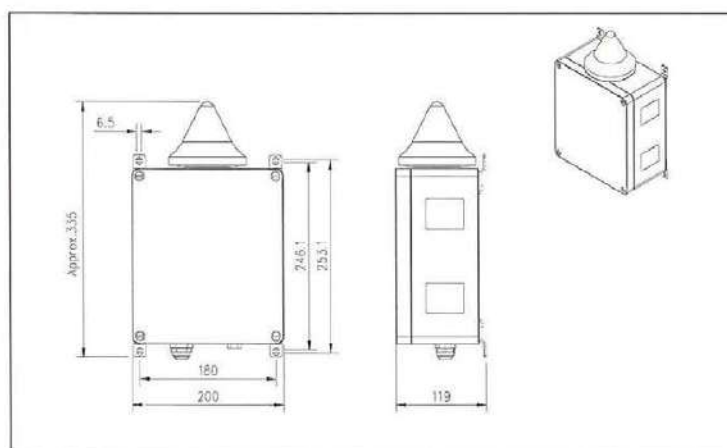
- Uses GPS system to provide synchronising time signal to Orga CIP based control systems so that all lights connected to a CIP/GPS controller flash in unison

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



Pafeto

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 VAc 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

- AISI12 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**

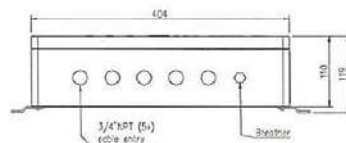
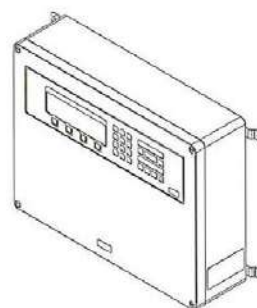
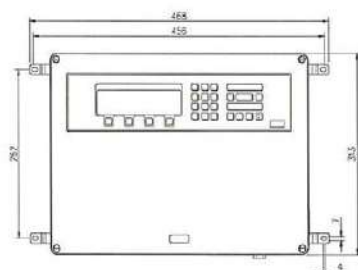
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



P&S

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)



NOTE: CLEARANCE OF AT LEAST 10" - 250mm IS REQUIRED ON THE RIGHT SIDE OF THE ENCLOSURE TO OPEN THE DOOR



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011 -
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO

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

CAPITULO 7. PLANOS



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

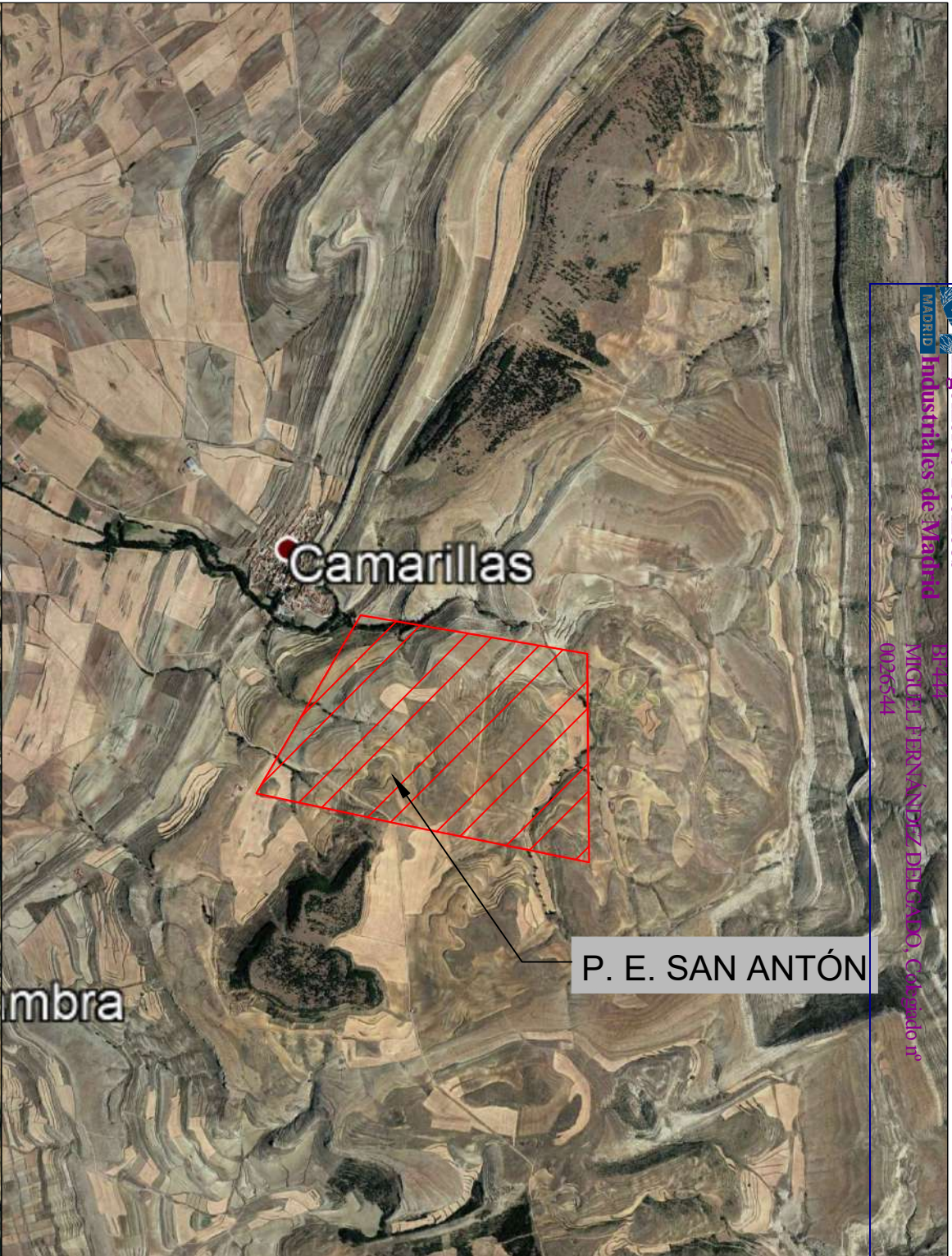
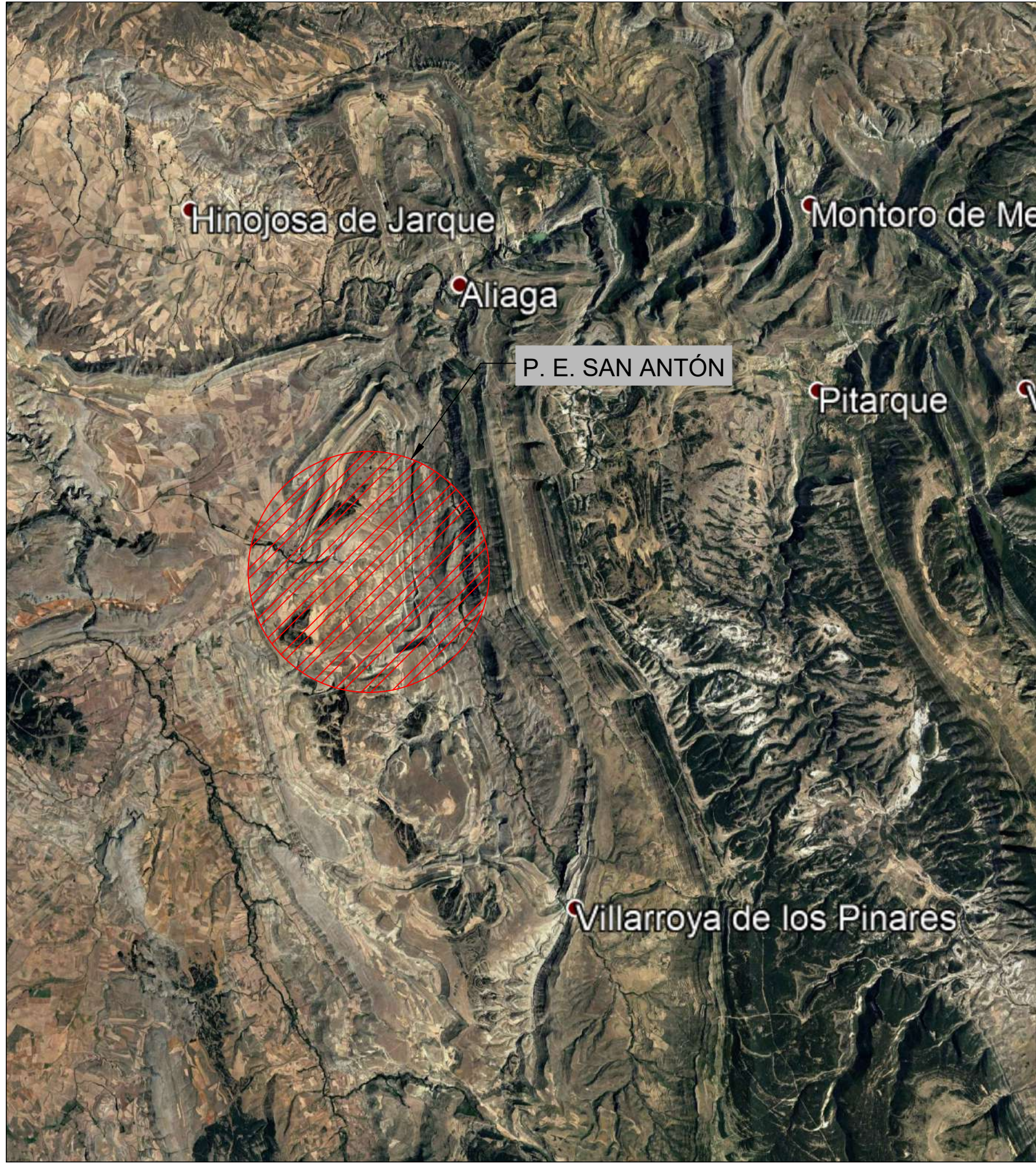
VISADO

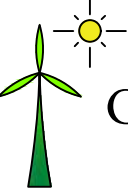


**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

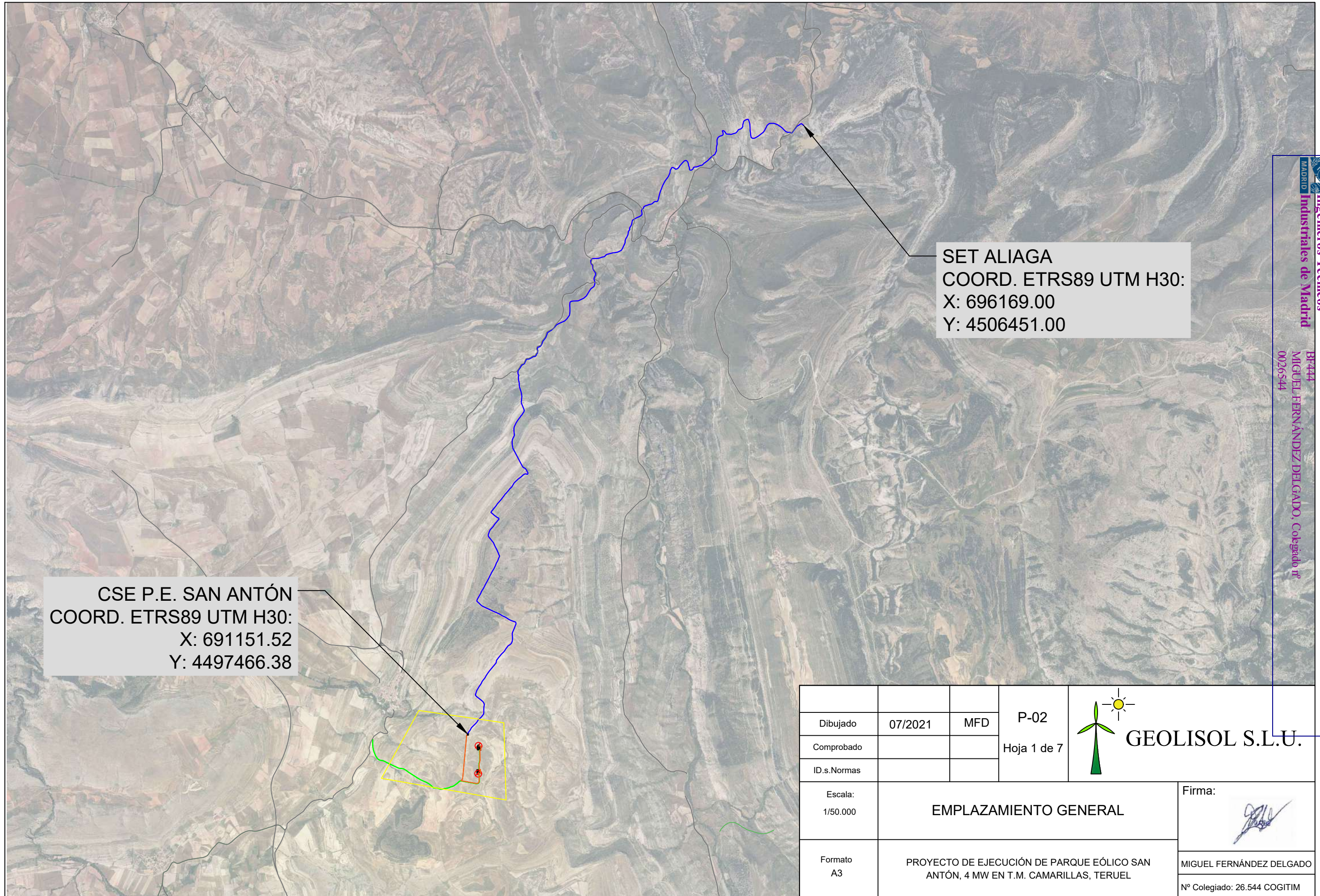
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento FV12849011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



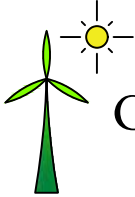
			P-01	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 1 de 1	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	PLANTA DE SITUACIÓN			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

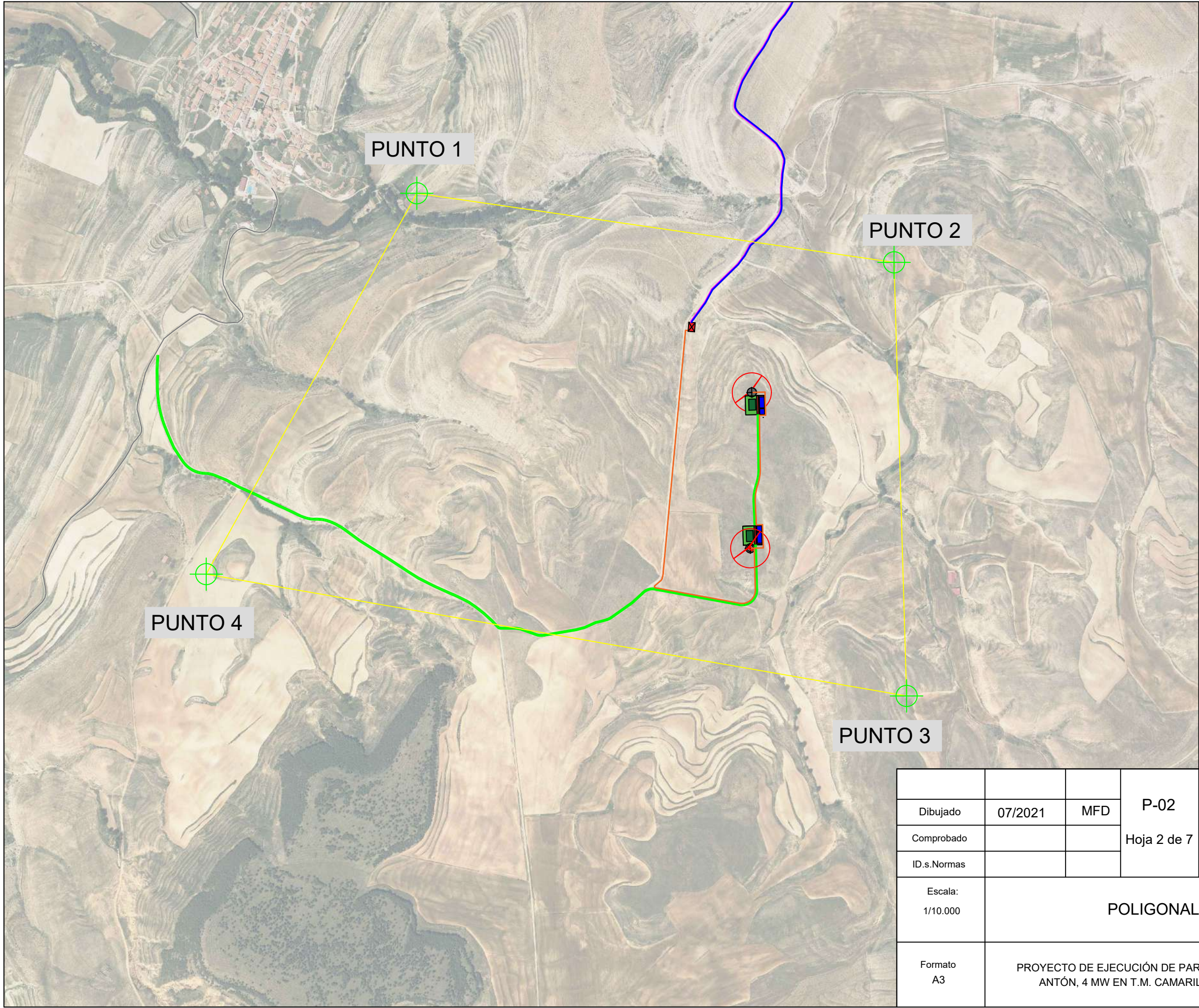
Madrid
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
31/08/2021. Puede validarse el documento con el número 2108271/01 el día 31/08/2021.
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 26.544
VISADO



SET ALIAGA
COORD. ETRS89 UTM H30:
X: 696169.00
Y: 4506451.00

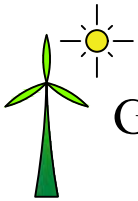
CSE P.E. SAN ANTÓN
COORD. ETRS89 UTM H30:
X: 691151.52
Y: 4497466.38

			P-02	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 1 de 7	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/50.000	EMPLAZAMIENTO GENERAL			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



COORD. POLIGONAL		
PUNTO	X	Y
1	690427	4497819
2	691685	4497637
3	691718	4496494
4	689872	4496815

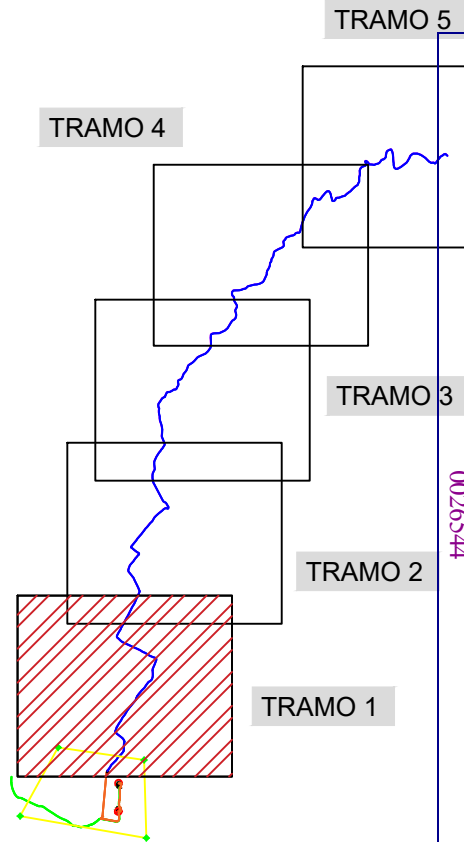
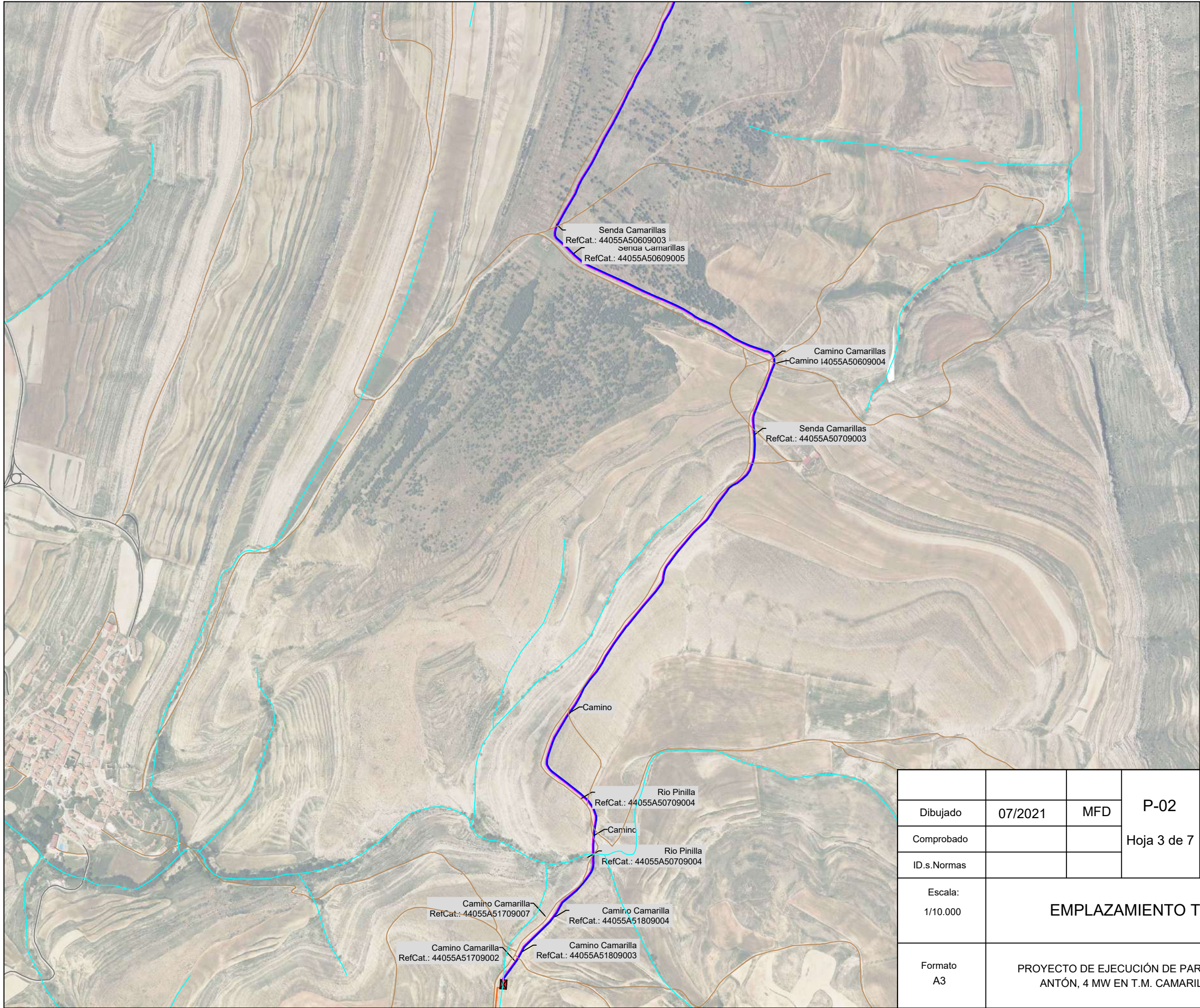
			P-02 Hoja 2 de 7
Dibujado	07/2021	MFD	
Comprobado			
ID.s.Normas			
Escala: 1/10.000	POLIGONAL		
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS		



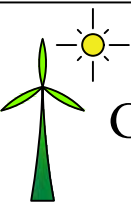
GEOLISOL S.L.U.

Firma:

MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO
Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



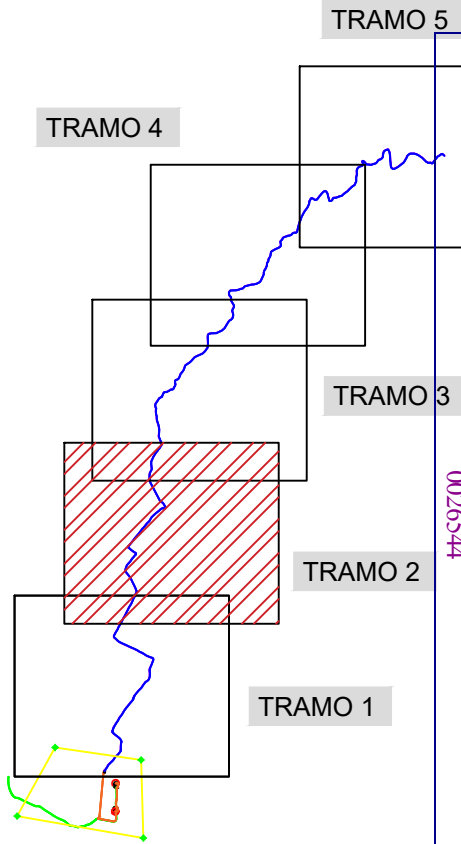
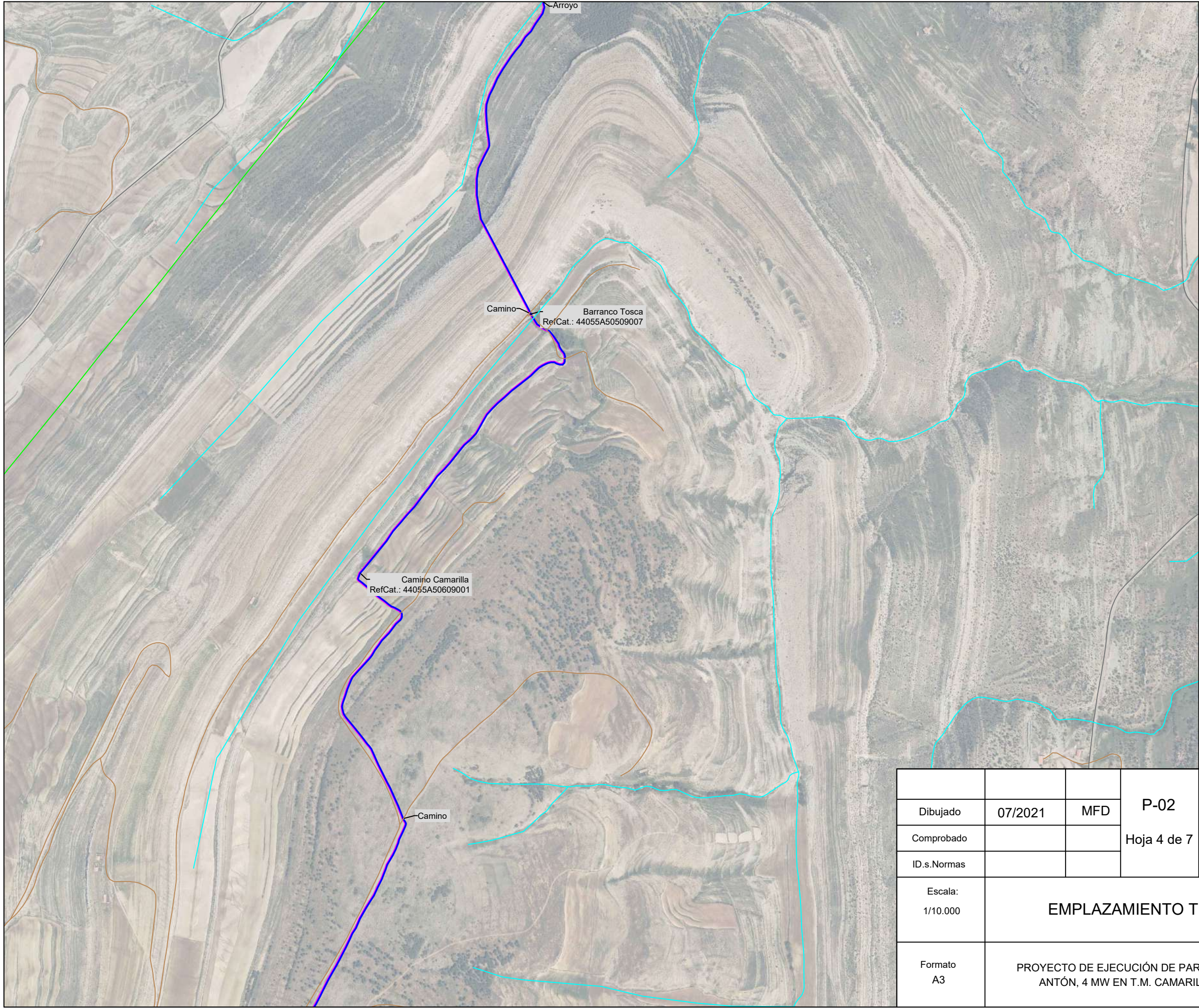
			P-02
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 3 de 7
Comprobado			
ID.s.Normas			
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 1		
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL		



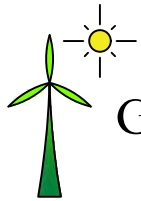
GEOLISOL S.L.U.

Firma:


MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO
Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



			P-02
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 4 de 7
Comprobado			
ID.s.Normas			

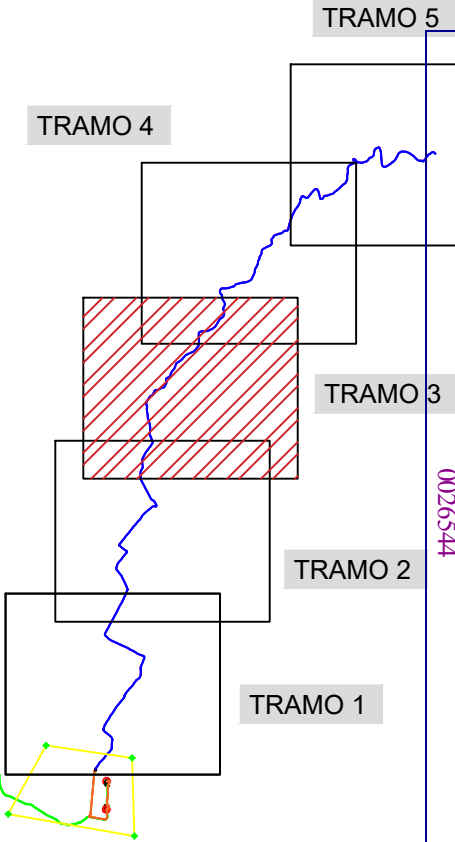
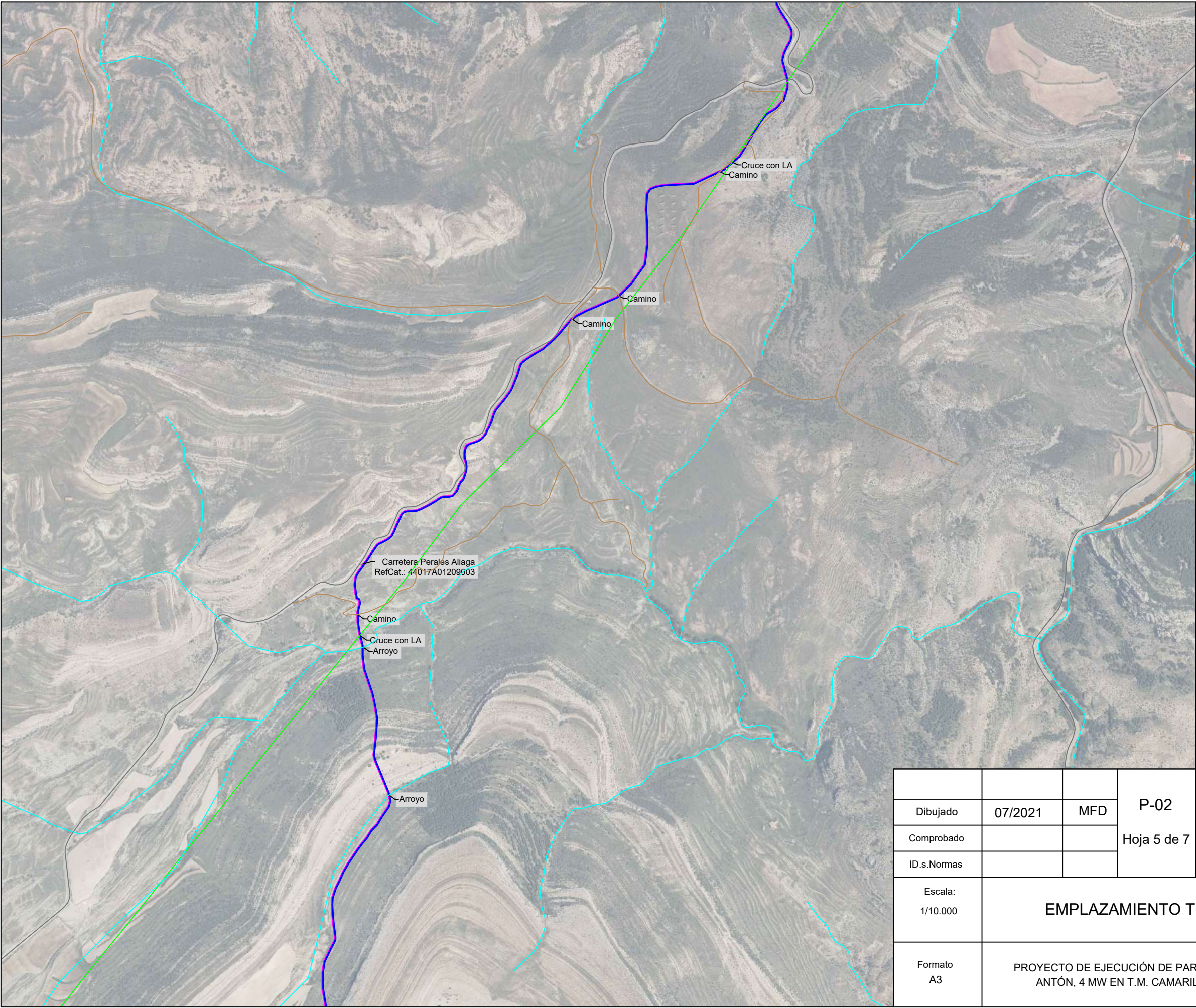


GEOLISOL S.L.U.

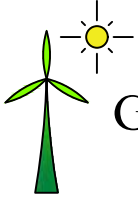
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 2	Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL	MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
MADRID
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validarse el documento con el número
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



			P-02
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 5 de 7
Comprobado			
ID.s.Normas			

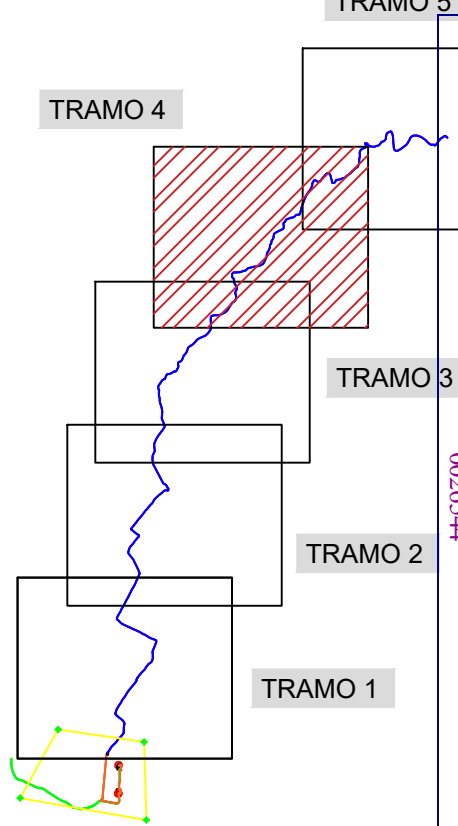
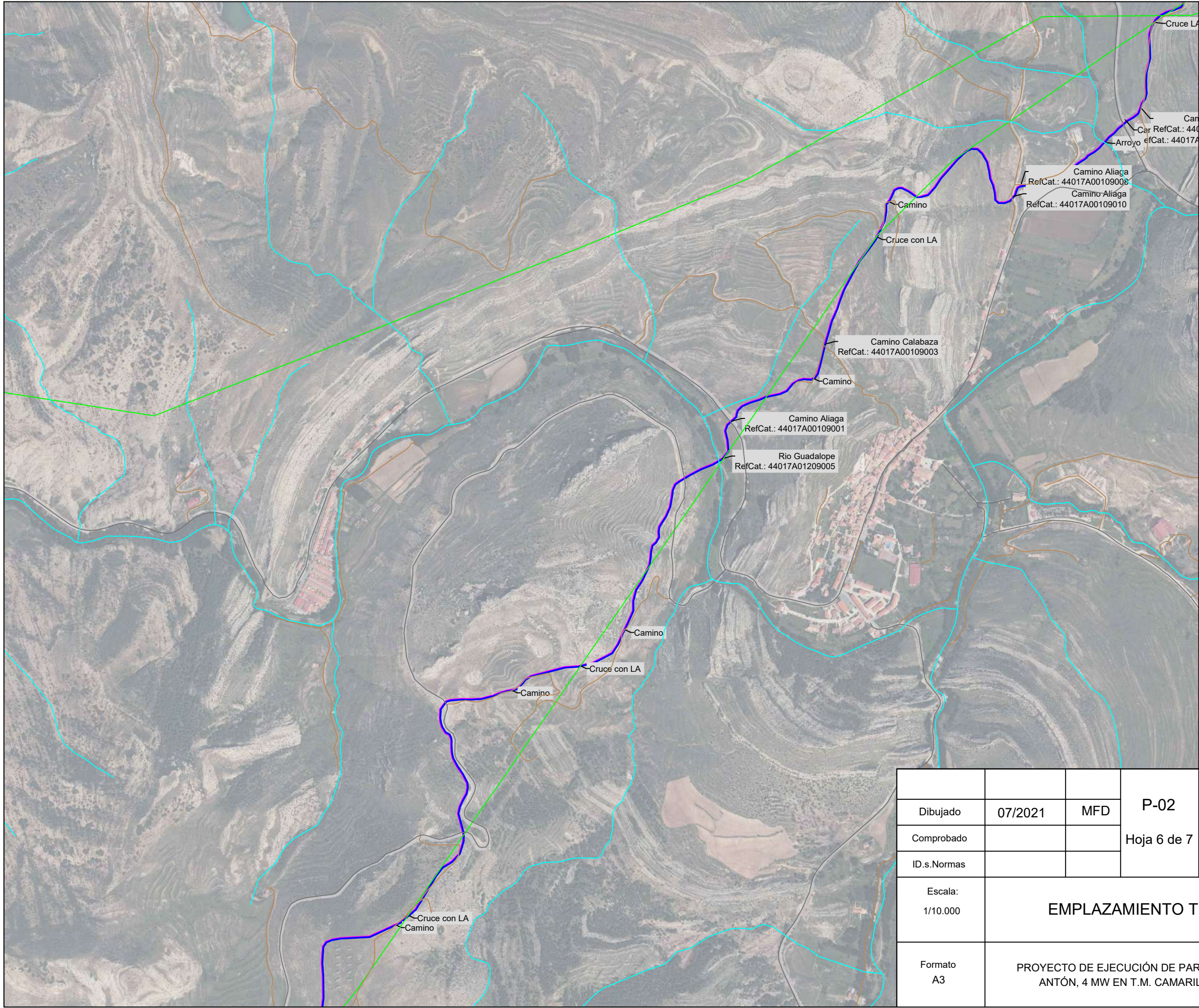


GEOLISOL S.L.U.

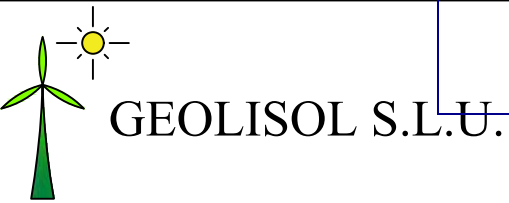
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 3	Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL	MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Madrid
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validarse el documento en: V21289011-
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



			P-02
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 6 de 7
Comprobado			
ID.s.Normas			
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 4		Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL		MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

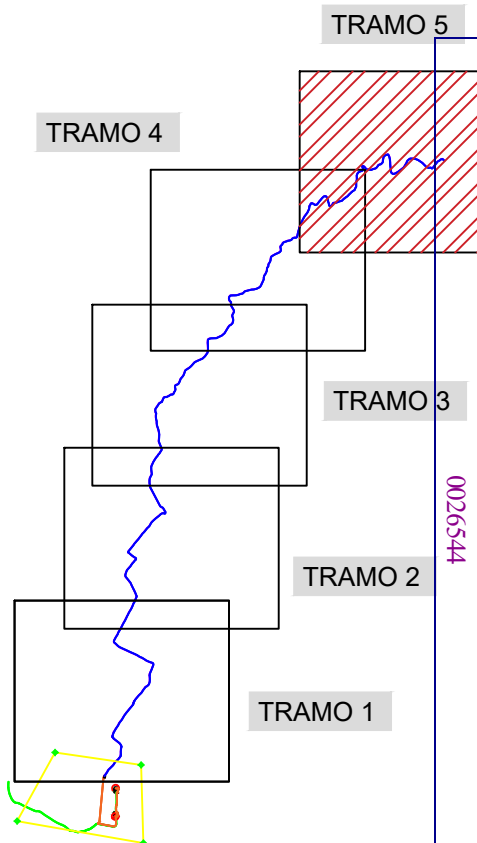
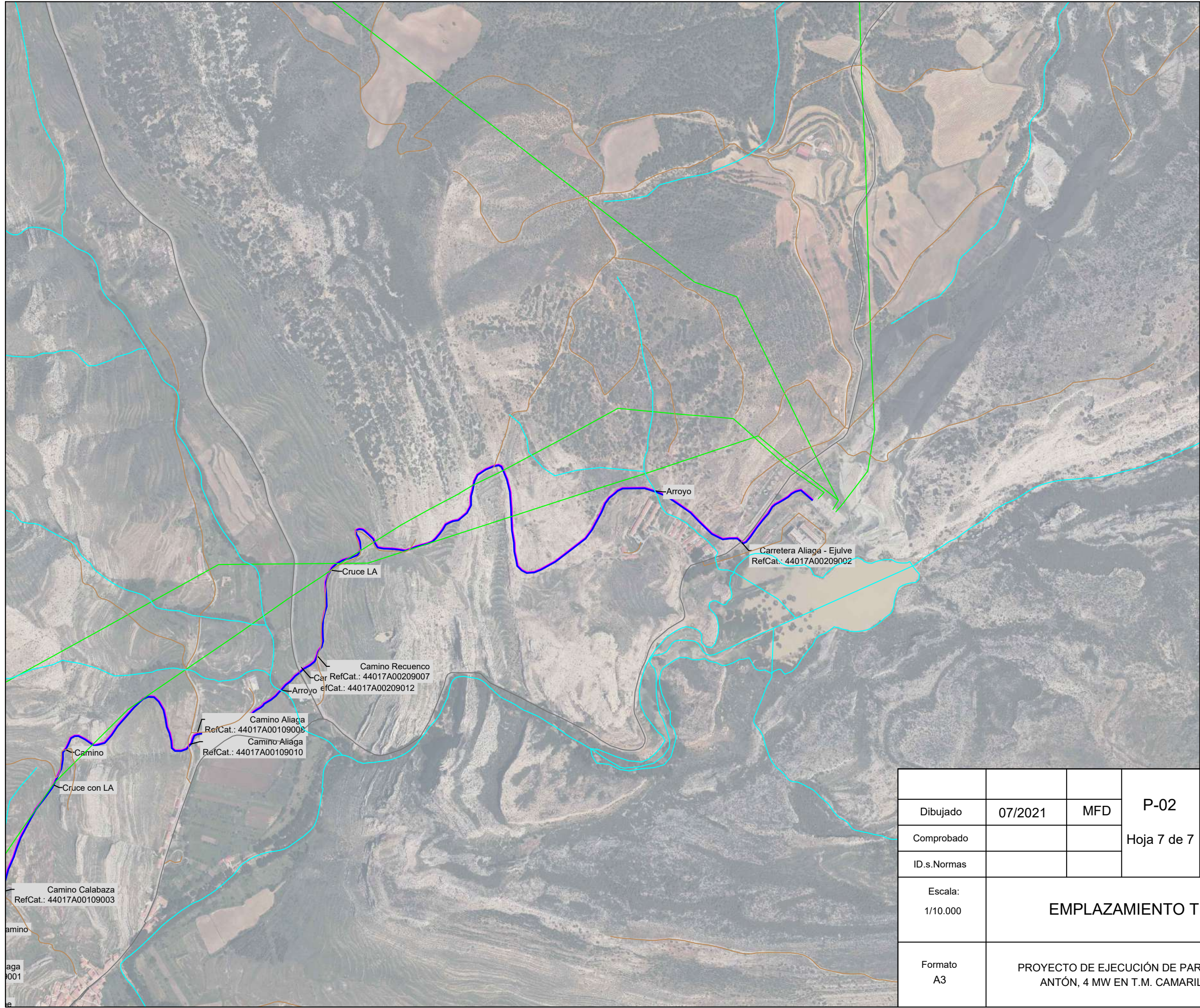


Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede solicitar el documento en PDF al número 0026544

Industriales de Madrid

MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544

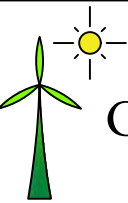
VISADO



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Madrid
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede verse el documento en: 1571289011
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544

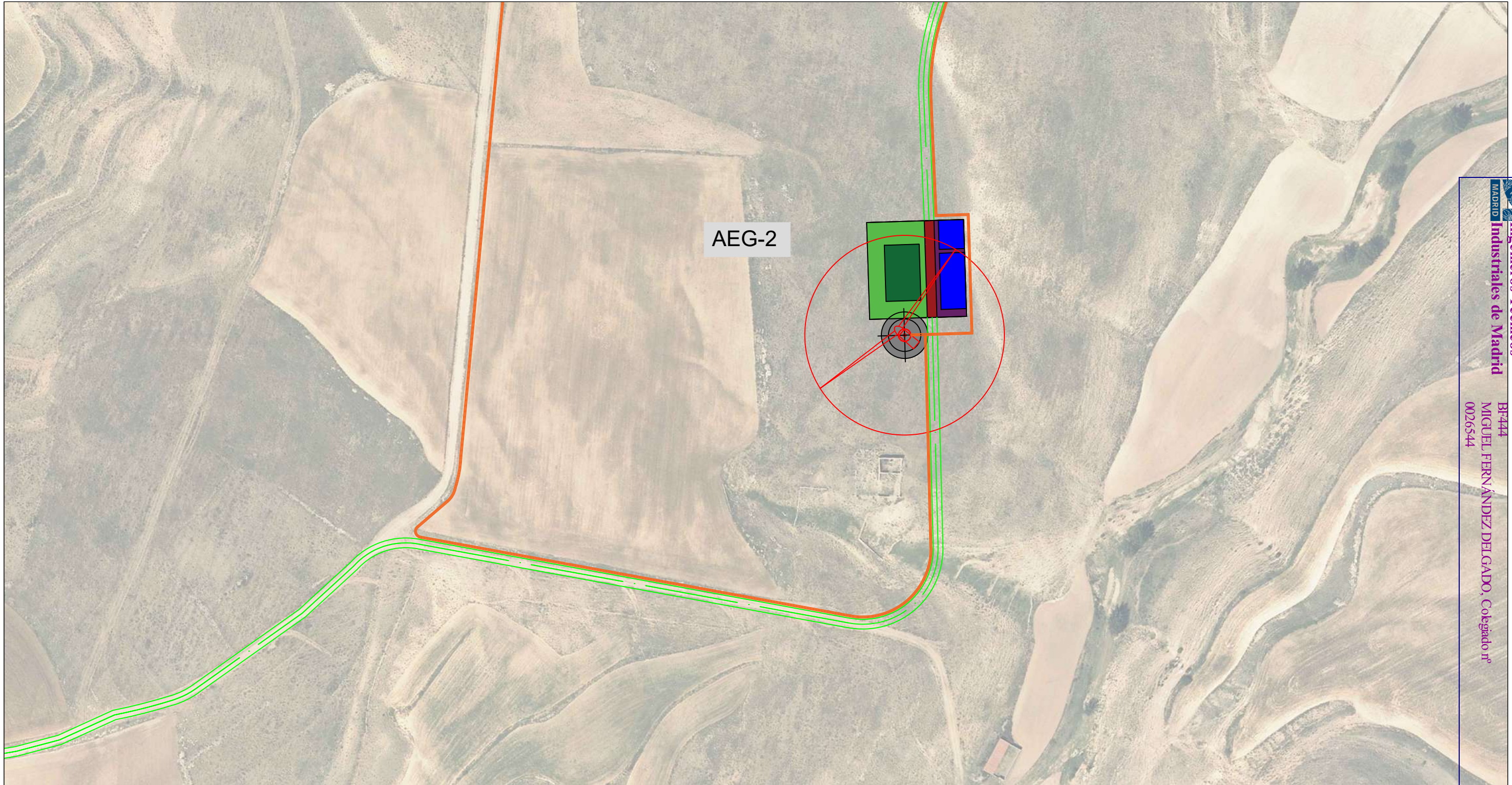
VISADO

			P-02
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 7 de 7
Comprobado			
ID.s.Normas			



GEOLISOL S.L.U.

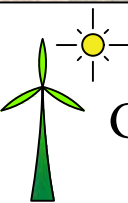
Escala: 1/10.000	EMPLAZAMIENTO TRAMO 5	Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL	MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

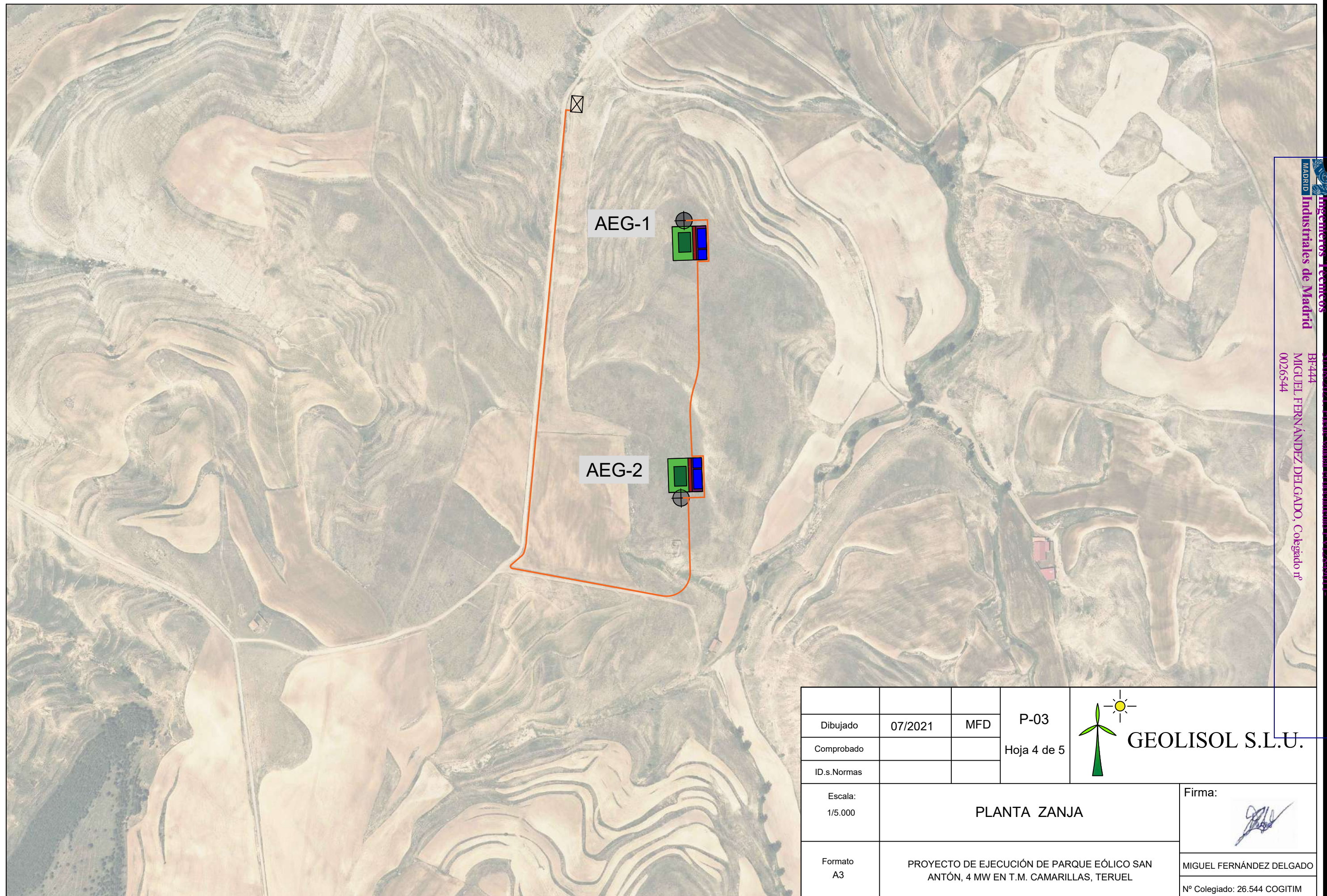


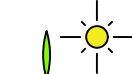
AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-2	691305	4496883

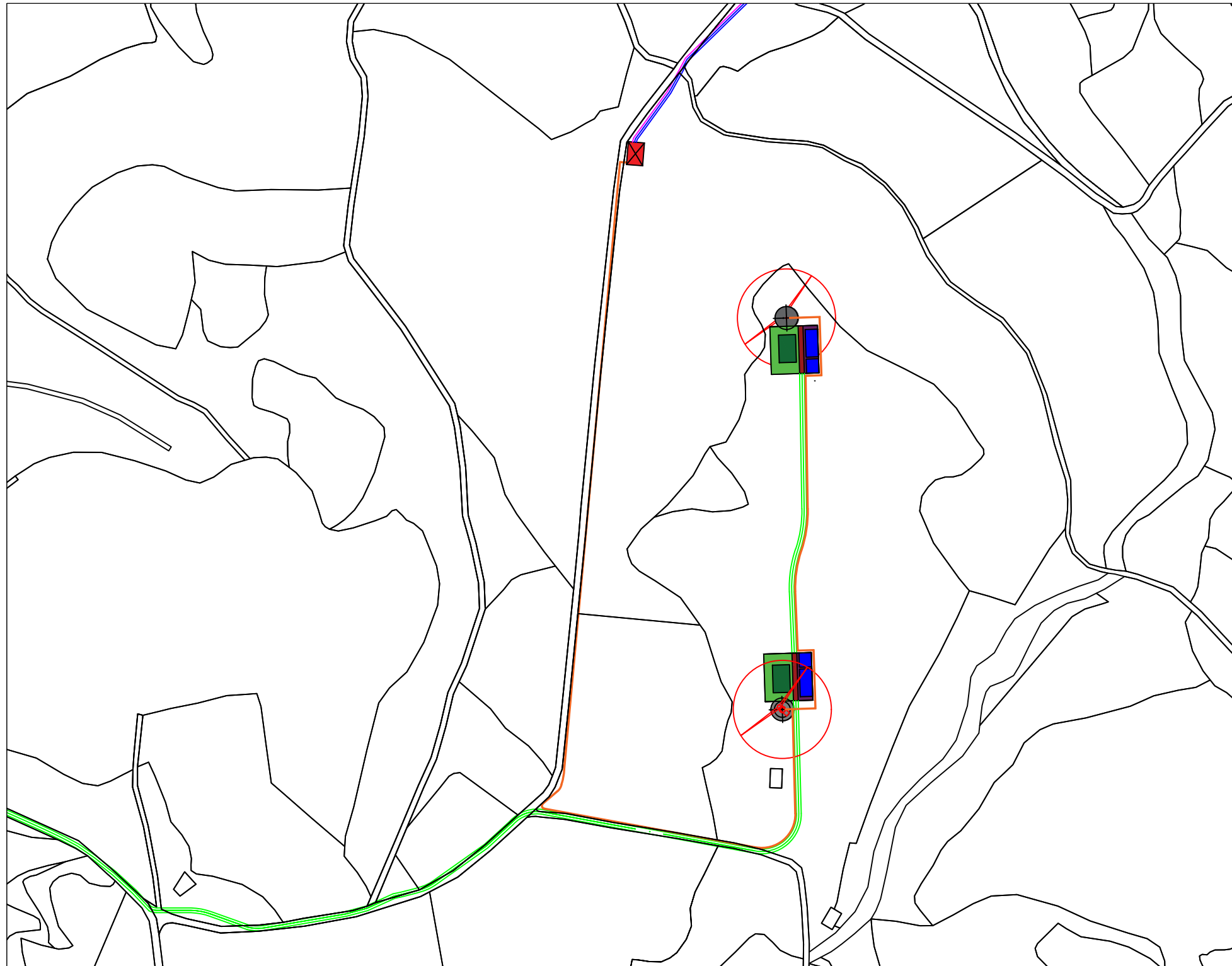
LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO

	LIMITE TERMINO MUNICIPAL RÍO, BARRANCO, ARROYO ...

			P-03	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 3 de 5	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/2.000	DETALLE IMPLANTACIÓN			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



			P-03 Hoja 4 de 5	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: 1/5.000	PLANTA ZANJA			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



AEROGENERADORES	PROVINCIA	T.M.	POLÍGONO	PARCELA	REF. CATASTRAL
AEG-1	TERUEL	CAMARILLAS	518	5339	44055A51805339
AEG-2	TERUEL	CAMARILLAS	518	20	44055A51800020

PLATAFORMAS	PROVINCIA	T.M.	POLÍGONO	PARCELA	REF. CATASTRAL
PL-AEG1	TERUEL	CAMARILLAS	518	5339	44055A51805339
PL-AEG2	TERUEL	CAMARILLAS	518	5339	44055A51805339

PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN-ZANJA							
NÚMERO AFECTACIÓN	DATOS PARCELA						
	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Área (m²)	Superficie Afectada Zanja (m²)
1	TERUEL	CAMARILLAS	518	20	44055A51800020	126757	2.94
2	TERUEL	CAMARILLAS	518	20	44055A51800020	126757	187.55
3	TERUEL	CAMARILLAS	518	21	44055A51800021	34342	350.77
4	TERUEL	CAMARILLAS	518	5339	44055A51805339	126992	592.21
5	TERUEL	CAMARILLAS	517	9002	44055A51709002	12135	312.29
6	TERUEL	CAMARILLAS	518	5005	44055A51505005	2853	78.28

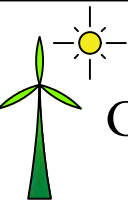
PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN-VALES							
NÚMERO AFECTACIÓN	DATOS PARCELA						
	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Área (m²)	Superficie Afectada Viales (m²)
1	TERUEL	CAMARILLAS	516	49	44055A51600049	16349	137.63
2	TERUEL	CAMARILLAS	516	49	44055A51600049	16349	1.73
3	TERUEL	CAMARILLAS	517	6	44055A51700006	30286	15.29
4	TERUEL	CAMARILLAS	517	6	44055A51700006	30286	0.16
5	TERUEL	CAMARILLAS	517	10	44055A51700010	14937	13.2
6	TERUEL	CAMARILLAS	517	5098	44055A51705098	8195	209.59
7	TERUEL	CAMARILLAS	517	5272	44055A51705272	5107	0.06
8	TERUEL	CAMARILLAS	517	5273	44055A51705273	2682	0.03
9	TERUEL	CAMARILLAS	517	5337	44055A51705337	13388	258.29
10	TERUEL	CAMARILLAS	517	5341	44055A51705341	385018	13.75
11	TERUEL	CAMARILLAS	517	5351	44055A51705351	9233	6.8
12	TERUEL	CAMARILLAS	517	5352	44055A51705352	1016	128.3
13	TERUEL	CAMARILLAS	517	5353	44055A51705353	8120	427.46
14	TERUEL	CAMARILLAS	517	5353	44055A51705353	8120	0.07
15	TERUEL	CAMARILLAS	517	5358	44055A51705358	14392	53.21
16	TERUEL	CAMARILLAS	517	20009	44055A51720009	24323	29.59
17	TERUEL	CAMARILLAS	517	20012	44055A51720012	3480	743.63
18	TERUEL	CAMARILLAS	518	21	44055A51800021	34342	38.48
19	TERUEL	CAMARILLAS	518	21	44055A51800021	34342	
20	TERUEL	CAMARILLAS	518	5339	44055A51805339	126992	2601.33
21	TERUEL	CAMARILLAS	519	1	44055A51900001	38172	27.21
22	TERUEL	CAMARILLAS	519	5339	44055A51905339	19919	26.69
23	TERUEL	CAMARILLAS	516	9015	44055A51609015	4594	51.51
24	TERUEL	CAMARILLAS	516	9017	44055A51609017	3095	1435.62
25	TERUEL	CAMARILLAS	517	9001	44055A51709001	17877	599.65
26	TERUEL	CAMARILLAS	517	9001	44055A51709001	17877	2382.65
27	TERUEL	CAMARILLAS	517	9002	44055A51709002	12135	1322.59
28	TERUEL	CAMARILLAS	517	9002	44055A51709002	12135	71.72
29	TERUEL	CAMARILLAS	517	9004	44055A51709004	19404	84.28
30	TERUEL	CAMARILLAS	517	9004	44055A51709004	19404	7.38
31	TERUEL	CAMARILLAS	517	9007	44055A51709007	13915	6.89
32	TERUEL	CAMARILLAS	519	9005	44055A51909005	2053	1142.43

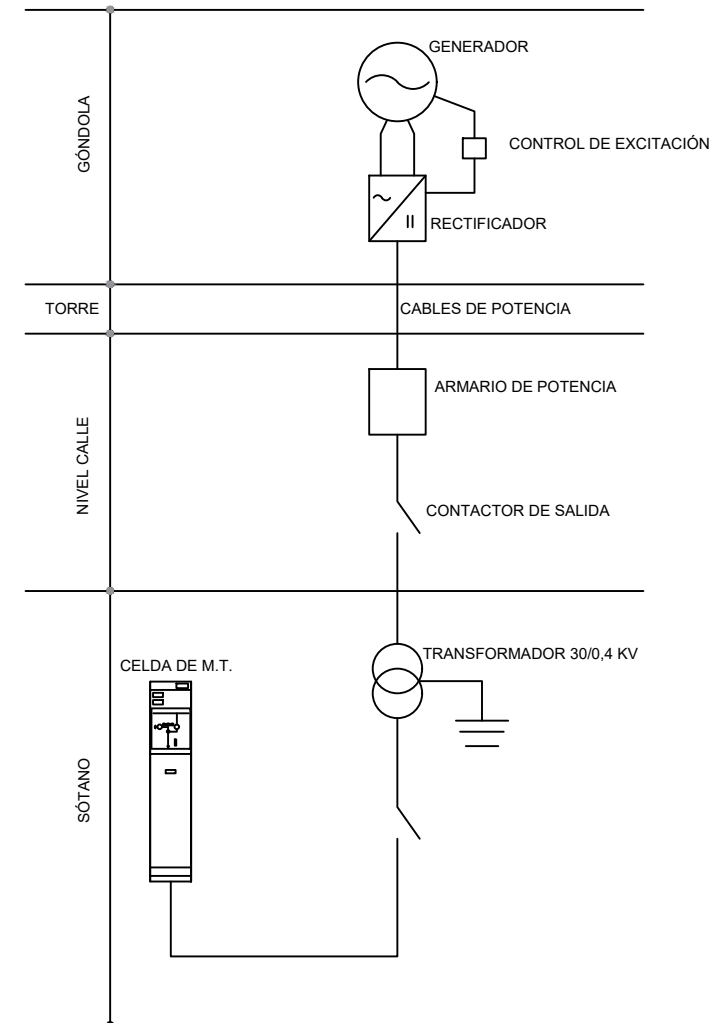
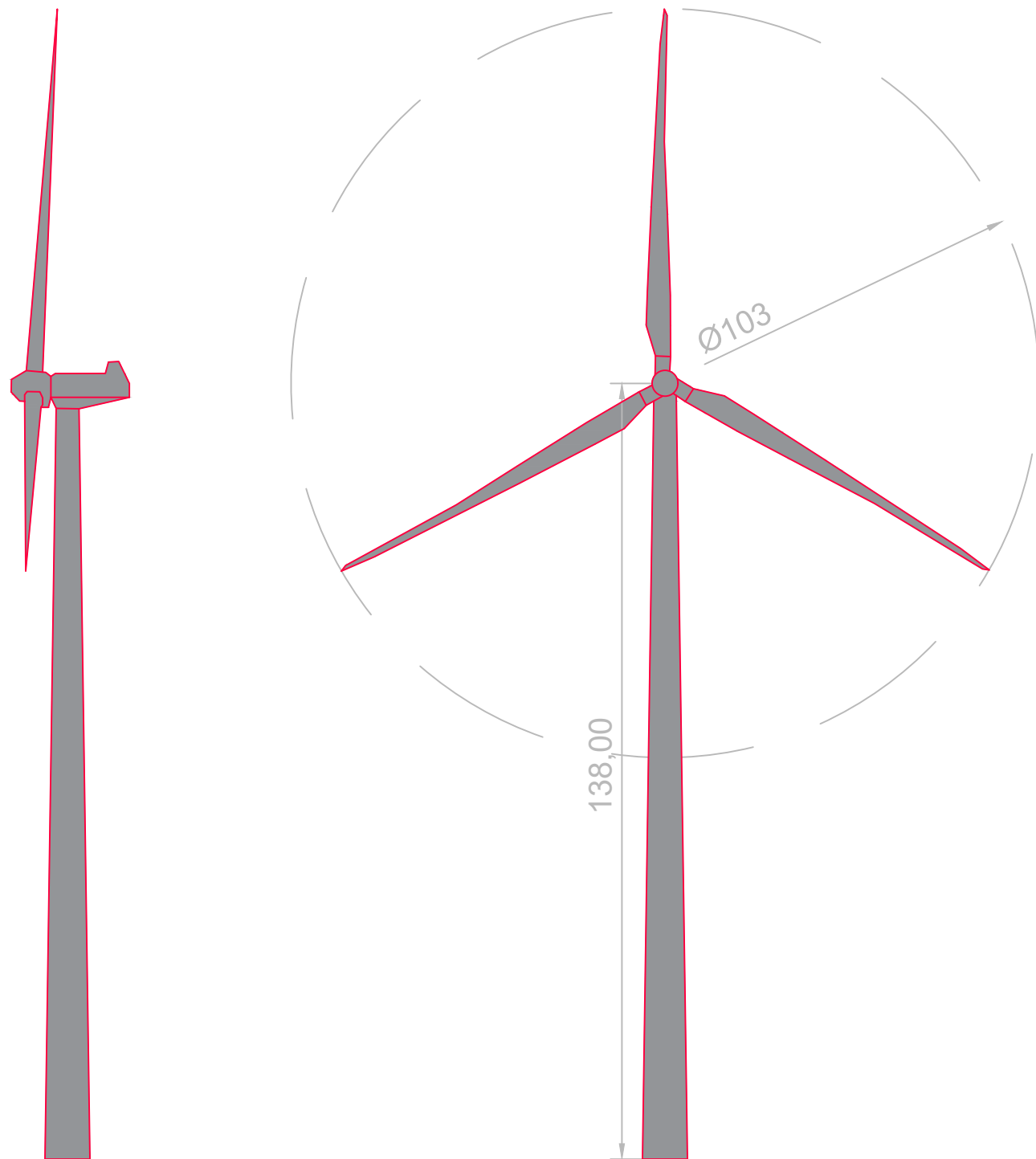
AEROGENERADOR	UTM-X	UTM-Y
AEG-1	691310	4497294
AEG-2	691305	4496883

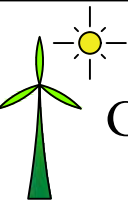
CSE	UTM-X	UTM-Y
CSE-1	691151	4497466

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO

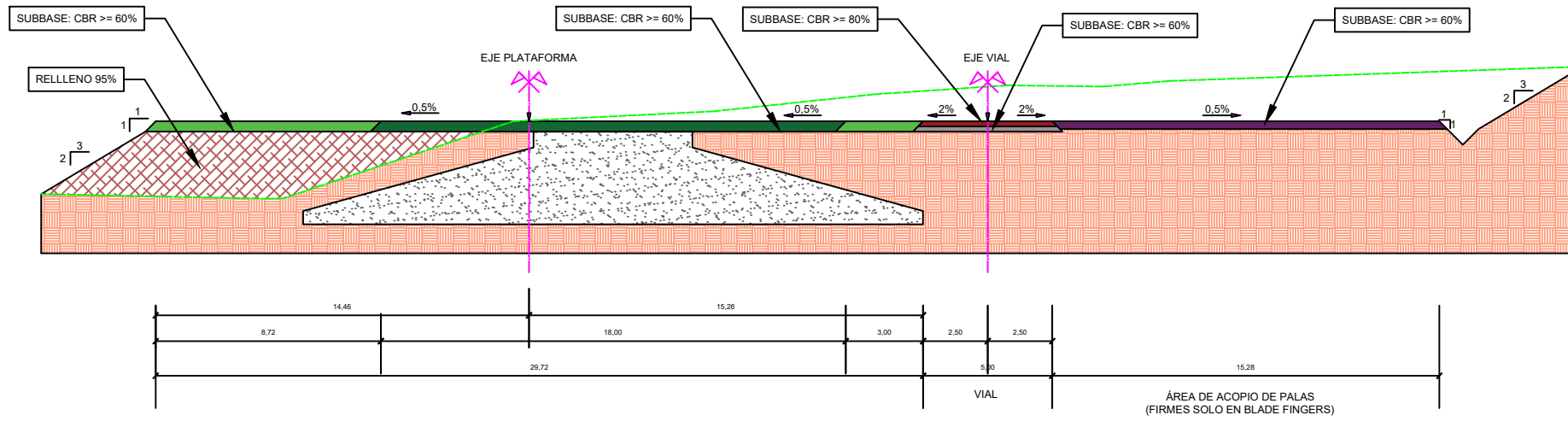
	LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
	RÍO, BARRANCO, ARROYO ...
	CAMINO
	CANADA, VÍA PECUARIA, CORDEL ...
	CARRETERA
	LÍNEA AÉREA EXISTENTE

Dibujado	07/2021	MFD	P-03		GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			Hoja 5 de 5		
ID.s.Normas					
Escala:	1/5.000	PARCELARIO DEL PARQUE			Firma:
Formato	A3				
PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL					MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO
					Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

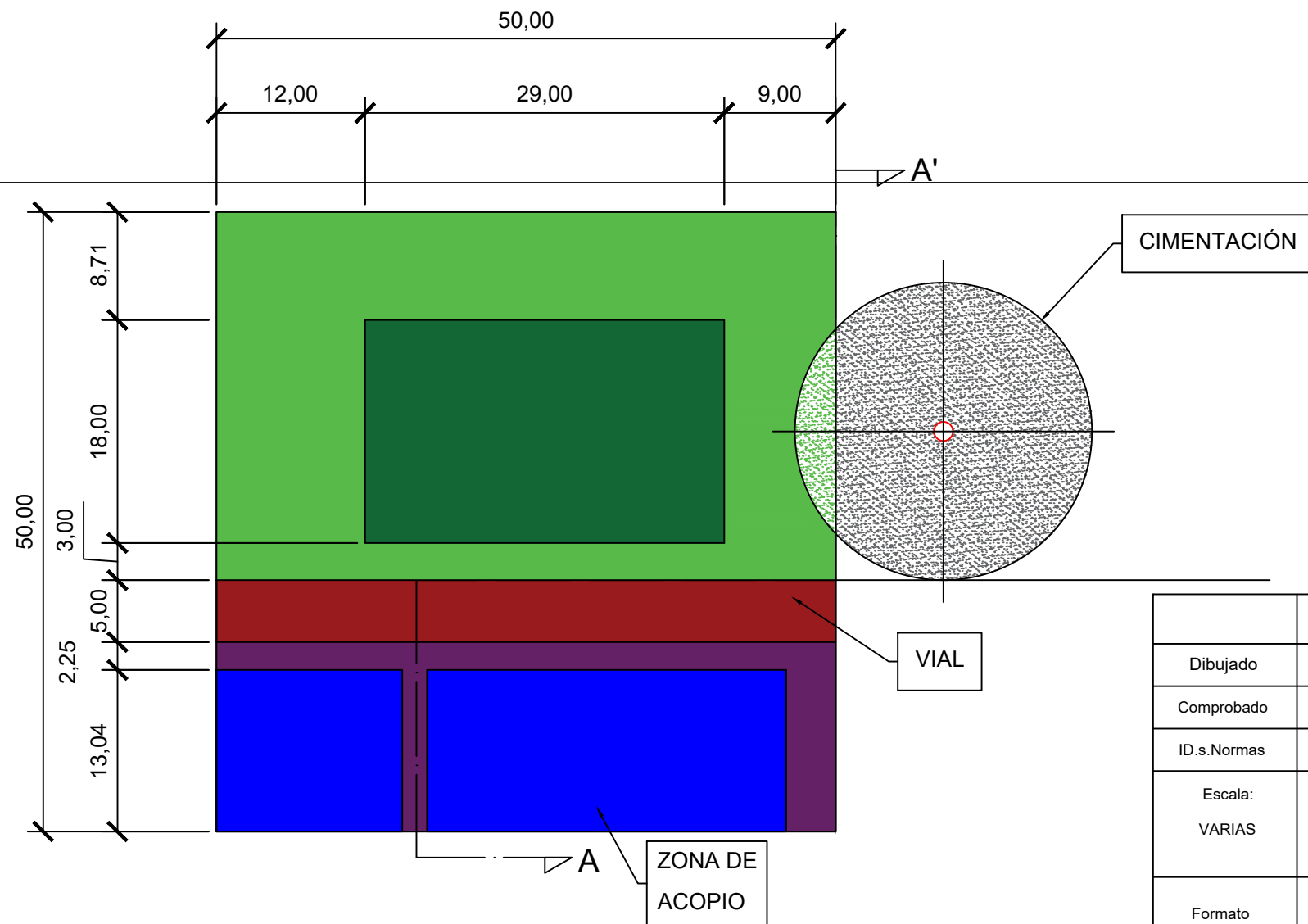


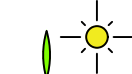
			P-04	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 1 de 4	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ALZADO AEROGENERADOR			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

SECCIÓN A-A' 1/250



PLANTA 1/500



			P-04 Hoja 2 de 4	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD		
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: VARIAS	CIMENTACIÓN PLATAFORMAS			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTON, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

ANTA 1/150

16,40

0,10

10:1

4:1

3,80

R2,80

A

A'

Technical drawing of a circular mechanical part. The drawing shows a cross-section of a ring with a central hole. The inner hole is shaded with a stippled pattern. The ring has a thick, gray-shaded outer wall. A red dimension line is drawn across the top of the ring, indicating a diameter of 9,50. The drawing is centered on a vertical axis, and a horizontal dashed line passes through the center. The ring is divided into segments by radial lines, and small red circles are placed along the inner and outer perimeters of the ring.

[illegible]

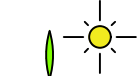
			P-04 Hoja 3 de 4  GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	
Comprobado			
ID.s.Normas			
Escala: S/E	DETALLE CIMENTACIÓN AEROGENERADOR		Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL		MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO N° Colegiado: 26.544 COGITIM

Diagrama de la sección transversal de un puente de concreto reforzado. El diagrama muestra un puente con una longitud total de 5.00 m. La sección transversal incluye una capa superior de 10 cm de zahorra artificial (2ª capa), una capa de 10 cm de zahorra artificial (1ª capa), una capa de 20 cm de zahorra natural compactada (98% p.m. CBR=15), terreno compactado (95% p.m.), hormigón H18-20, una banda de señalización, cable F.O., cable M.T. y P.A.T., 1 tubo de pead corrugado Ø90, hormigón de limpieza H-100, y 2 tubos de pead corrugado Ø200. Las pendientes laterales son de 1%.

[illegible]

**SECCIÓN TIPO PASO ZANJA
BAJO VIAL A MEDIA LADERA**

10 cm DE ZAHORRA ARTIFICIAL (2ª capa)
10 cm DE ZAHORRA ARTIFICIAL (1ª capa)
20 cm DE ZAHORRA NATURAL
COMPACTADA 98% p.m. CBR=15

TERRENO COMPACTADO
95% P.M.

0.30
0.40
0.60
3.00

SEGUN ALTURA
DE LA CORNISA

2 TUBOS DE PEAD
CORRUGADO Ø200

1 TUBO DE PEAD
CORRUGADO Ø100

HORMIGÓN DE LIMPIEZA
H-100

HORMIGÓN
HM-20

BANDA DE SEÑALIZACIÓN

CABLE M.T. Y P.A.T.

CABLE F.O.

Diagrama de un talud de una obra de saneamiento. El talud tiene una altura de 5,00 m. Las capas de la estructura son: 10 cm de ZAHORRA ARTIFICIAL (2ª capa), 10 cm de ZAHORRA ARTIFICIAL (1ª capa) y 20 cm de ZAHORRA NATURAL COMPACTADA 98% p.m. CBR>15. El terreno base es TERRENO COMPACTADO 95% P.M. El talud tiene una pendiente de 3:2. Se muestran las cotas de los bordes superior e inferior.

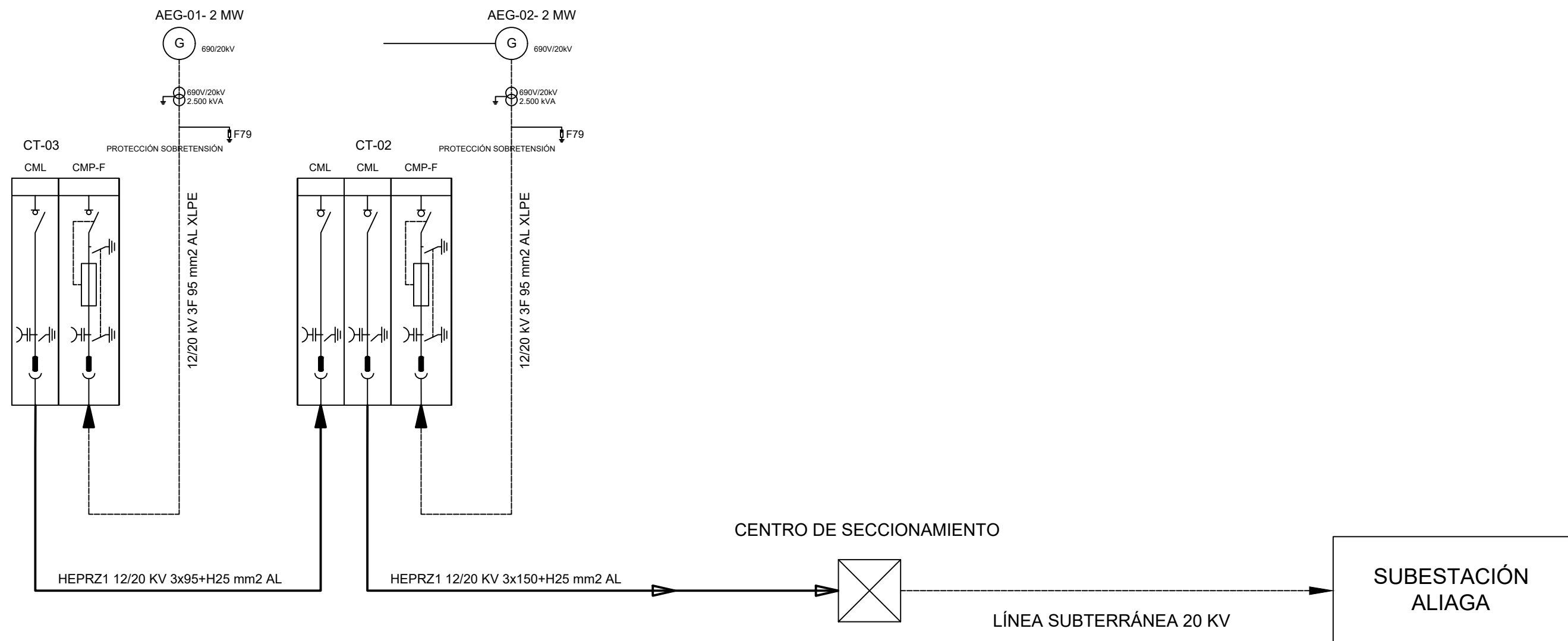
Diagrama de detalle de la sección transversal de la pista de rodadura. Muestra una estructura de tres capas:

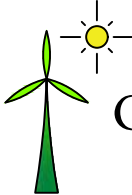
- 10 cm DE ZAHORRA ARTIFICIAL (2ª capa)
- 10 cm DE ZAHORRA ARTIFICIAL (1ª capa)
- 20 cm DE ZAHORRA NATURAL COMPACTADA 98% p.m. CBR=15

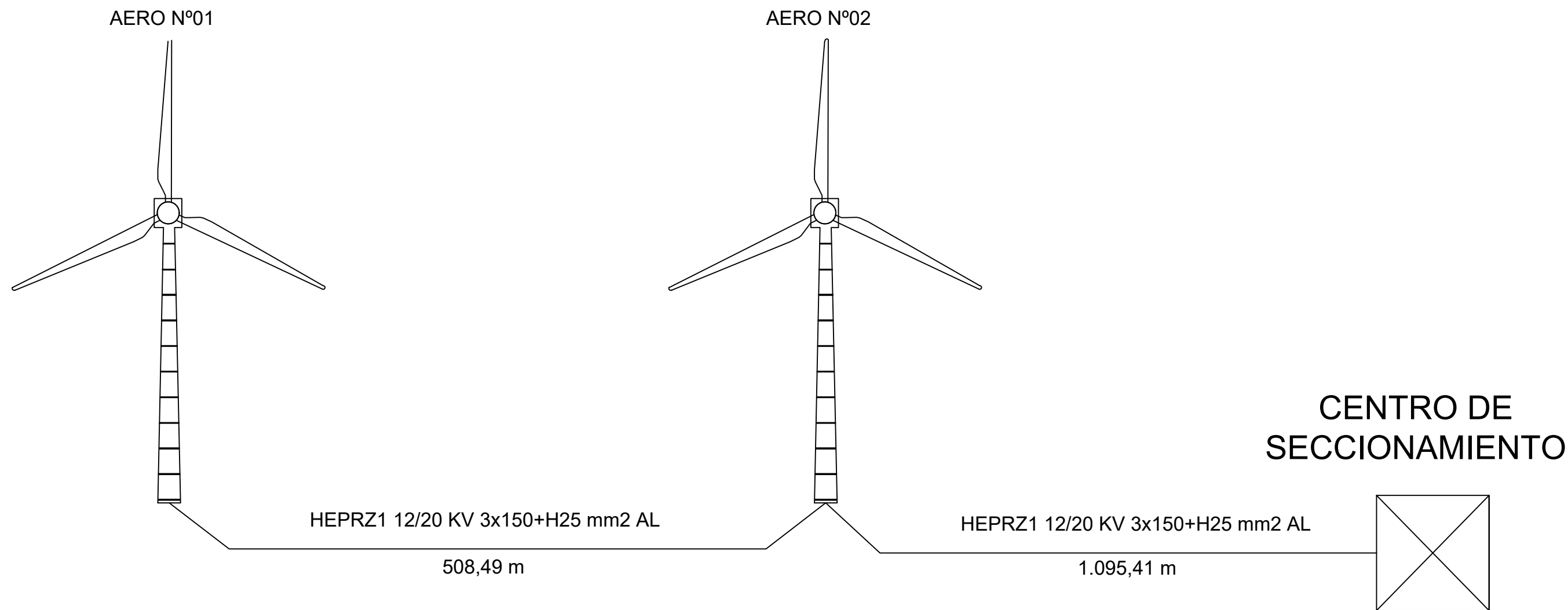
La pista tiene una anchura total de 5.00 m. Las pendientes laterales son de 1:2. Se indica una altura de 0.75 m para la capa superior y una altura total de 0.35 m para la estructura de base.

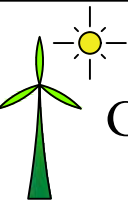
Diagrama de detalle de la estructura de pavimento de la zona de rodadura. Muestra una sección transversal con una base de 5,00 m de ancho y una altura total de 0,35 m. La estructura está compuesta por tres capas: 10 cm de zahorra artificial (2ª capa), 10 cm de zahorra artificial (1ª capa) y 20 cm de zahorra natural compactada (98% p.m., CBR=10). Las pendientes laterales son de 2% y la pendiente transversal es de 1%.

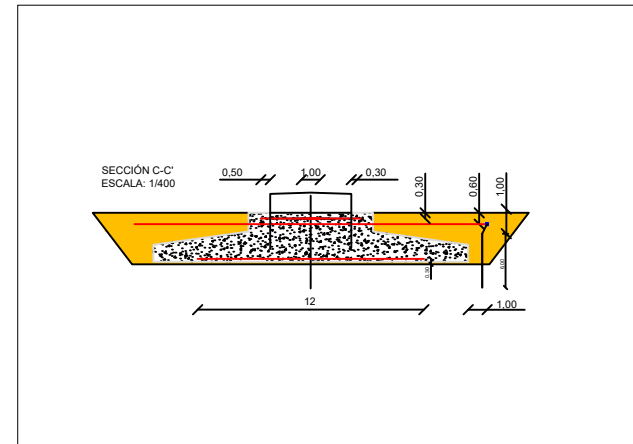
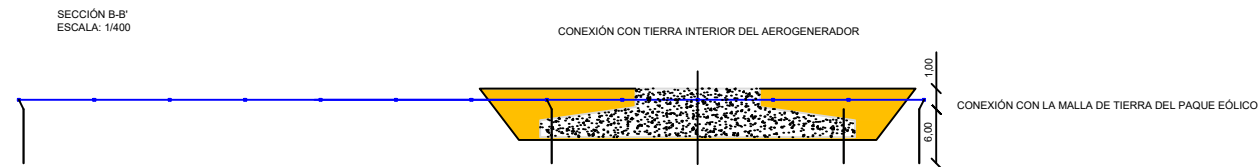
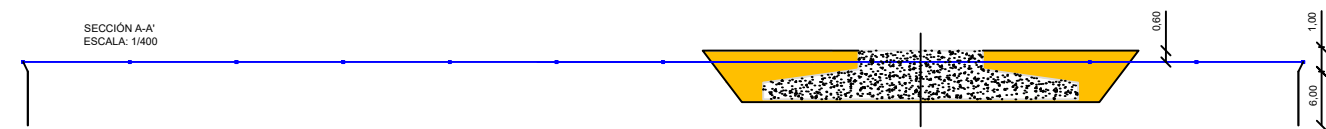
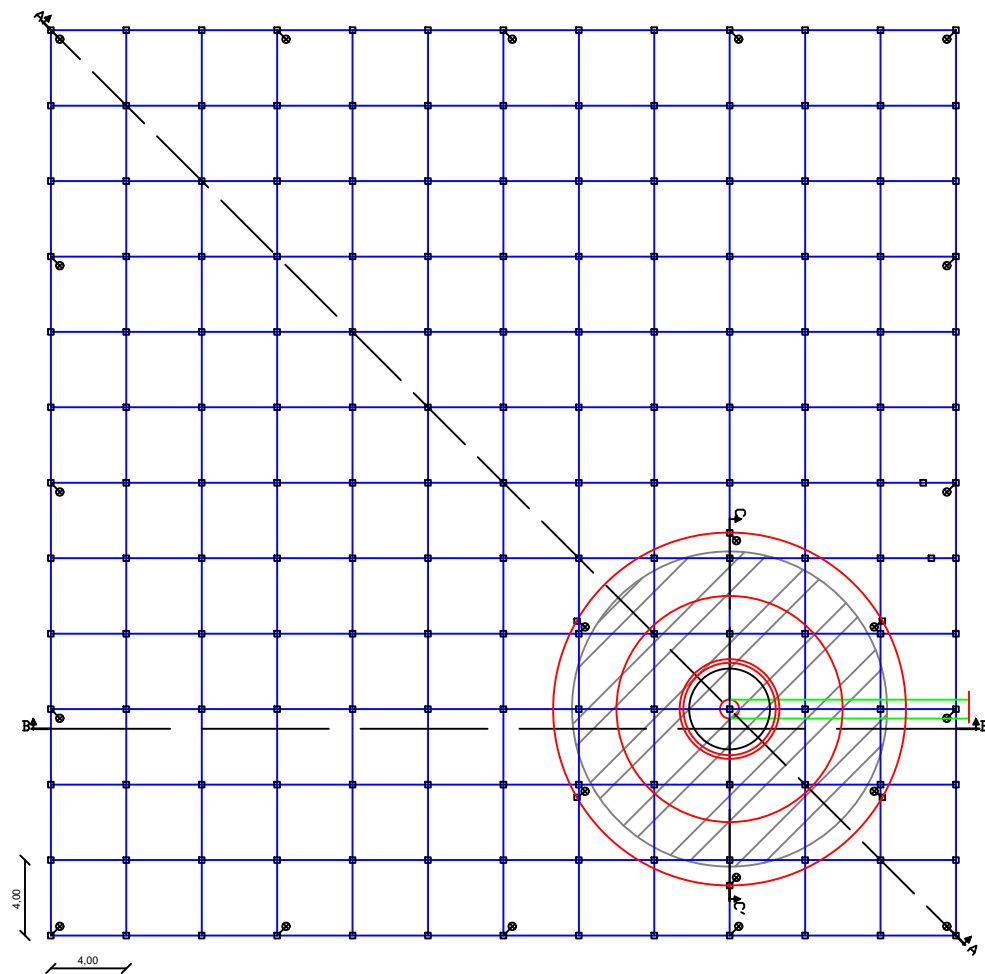
 MADRID	Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid	Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento E-VISADO aquí: https://www.madrid.es/visado	VISADO
	BF-444 MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0005544		



			P-05 Hoja 1 de 3		GEOLISOL S.L.U.	
Dibujado	07/2021	MFD				
Comprobado						
ID.s.Normas						
Escala: S/E	ALZADO Y CONEXIONADO INTERNO AEROGENERADOR					Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL					MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

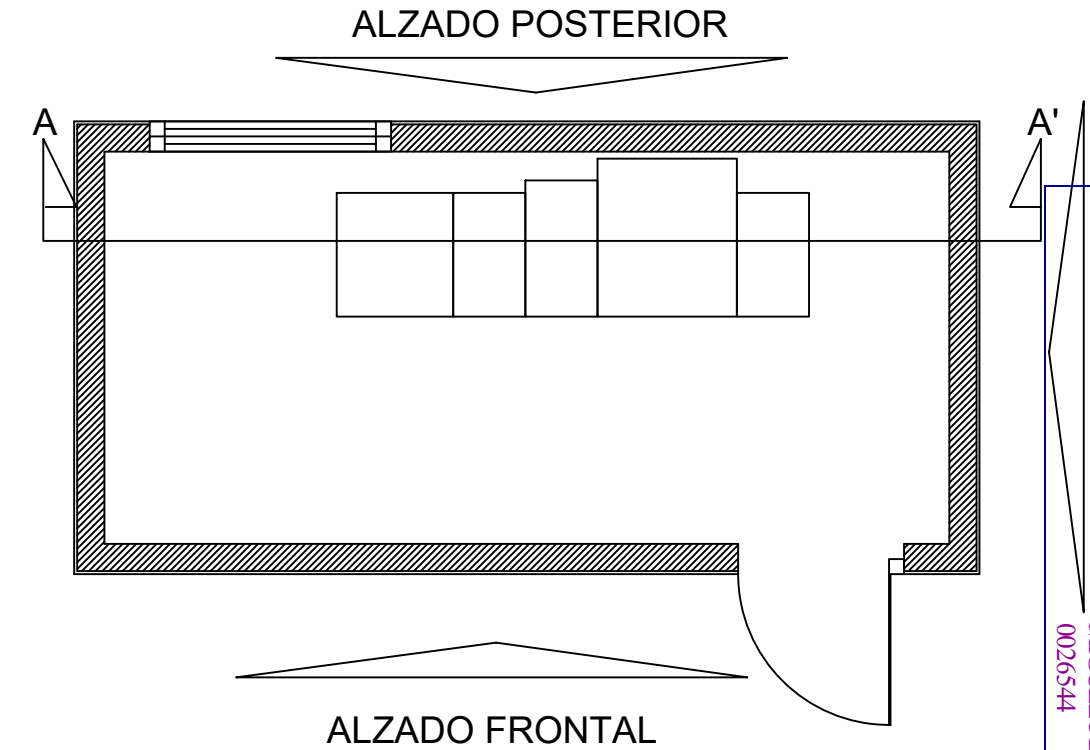
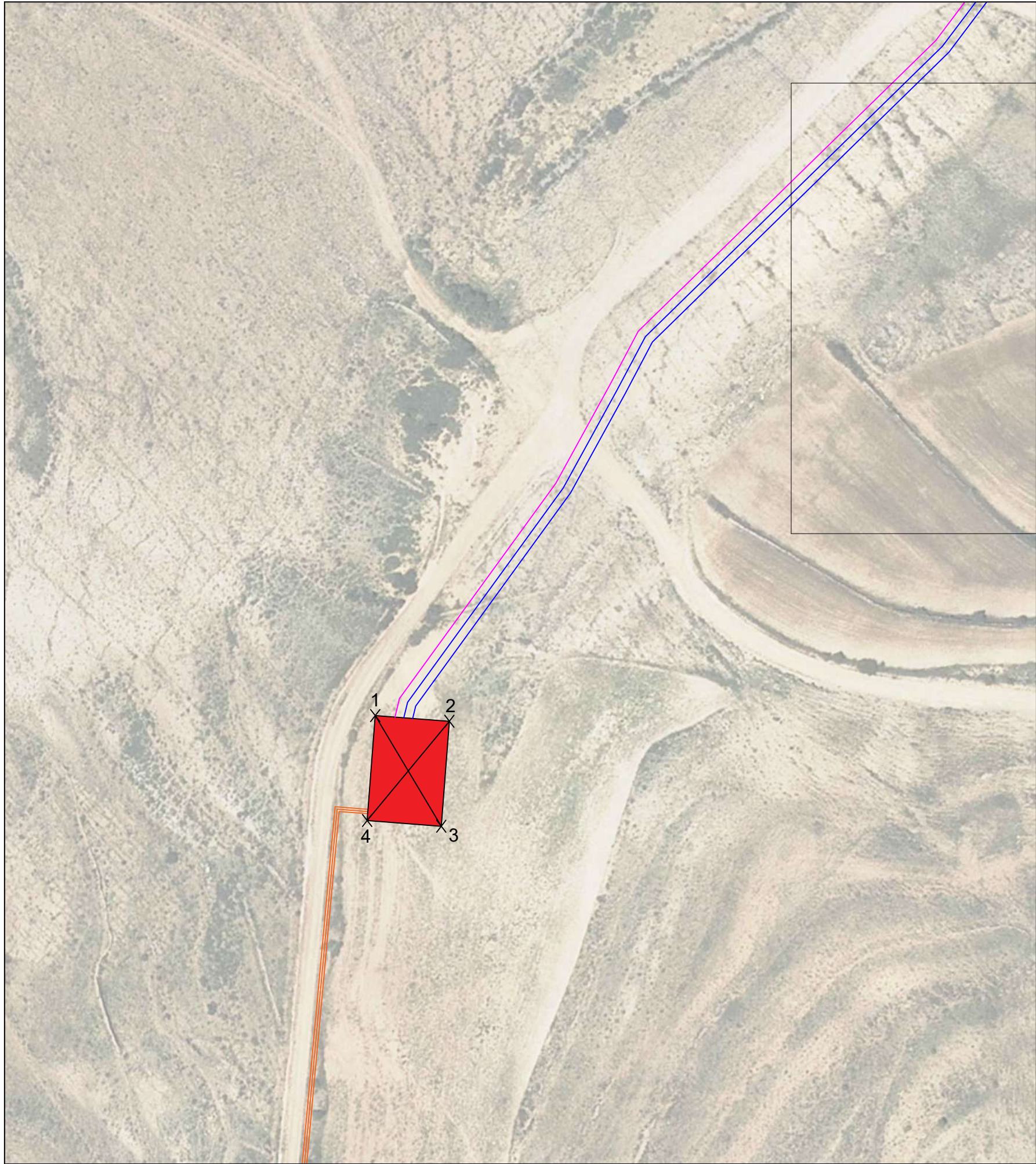


			P-05	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 2 de 3	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ESQUEMA PUESTA A TIERRA DEL PARQUE			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

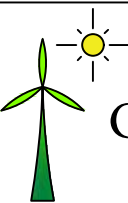


LEYENDA	
SIGNO	DESCRIPCIÓN
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE SECCIÓN 50 MM² TENDIDO SOBRE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE SECCIÓN 50 MM² TENDIDO SOBRE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA 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 MALLA 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	

			P-05	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 3 de 3	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ESQUEMA PUESTA A TIERRA DEL PARQUE			Firma:
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



CENTRO DE SECCIONAMIENTO		
PUNTO	X	Y
1	691144	4497479
2	691160	4497477
3	691159	4497453
4	691142	4497455

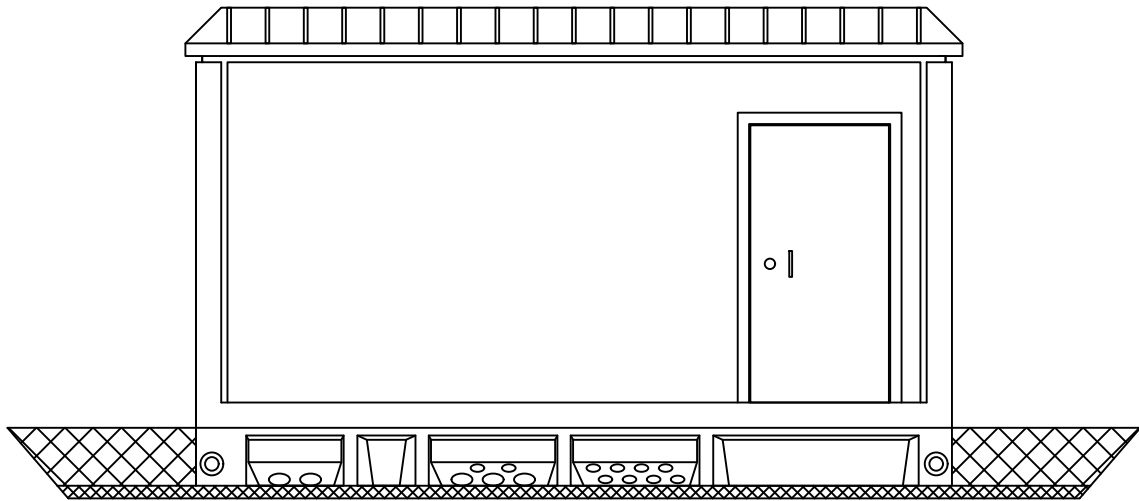
			P-06		GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 1 de 3		
Comprobado					
ID.s.Normas					
Escala: 1/1.000	EMPLAZAMIENTO CENTRO DE SECCIONAMIENTO				Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL				MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Edificación
Miguel Fernández Delgado
Nº Colegiado: 26.544
COGITIM

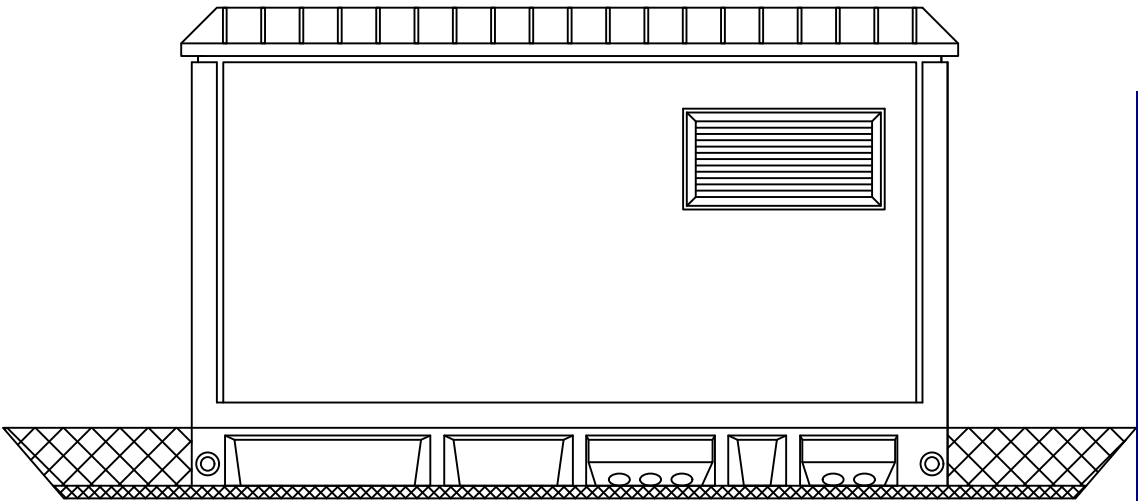
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento en: 15/08/2021

VISADO

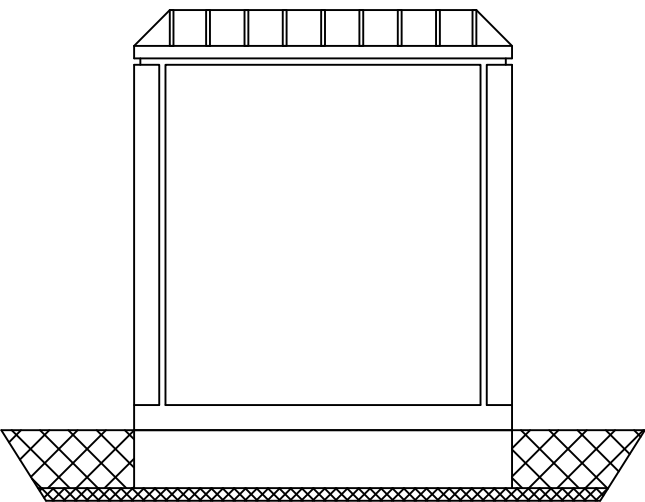
ALZADO FRONTAL



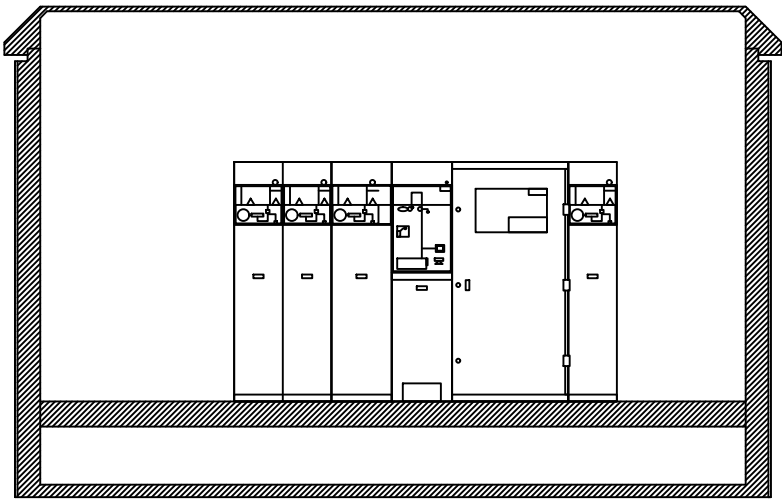
ALZADO POSTERIOR

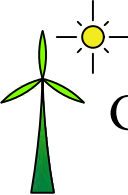


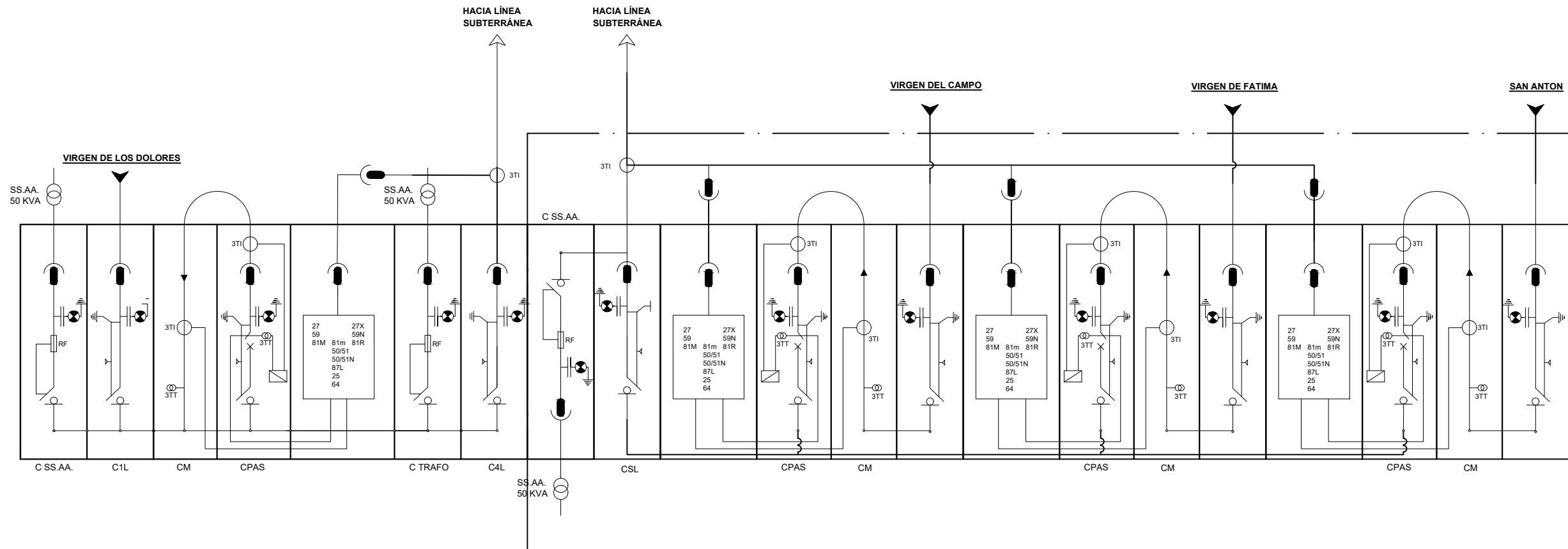
ALZADO LATERAL



SECCIÓN A-A'



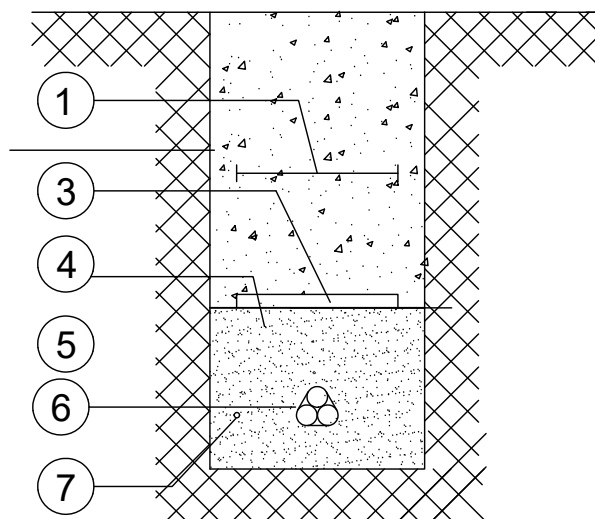
			P-06	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 2 de 3	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	ALZADO Y SECCIÓN CENTRO DE SECCIONAMIENTO			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



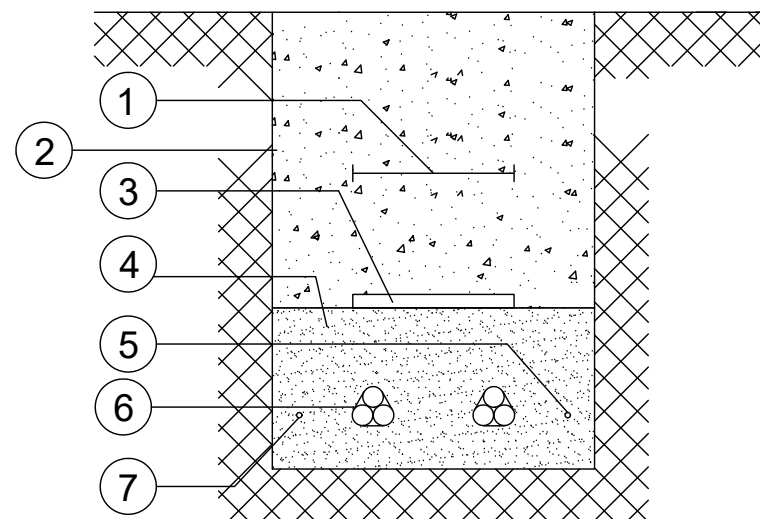
LEYENDA	
	Interruptor
	Interruptor seccionador
	Terminal Media Tensión
	Toma de tierra
	Capacitador o detector de tensión luminoso
	Transformador de tensión
	Transformador de intensidad

			P-06		Firma:
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 3 de 3		
Comprobado					
ID.s.Normas					
Escala: S/E	ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE SECCIONAMIENTO				
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL				MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

ZANJA TIPO A1
CIRCUITO M.T. 1 Y 2



ZANJA TIPO A2
ENTRADA Y SALIDA
CIRCUITOS M.T.



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

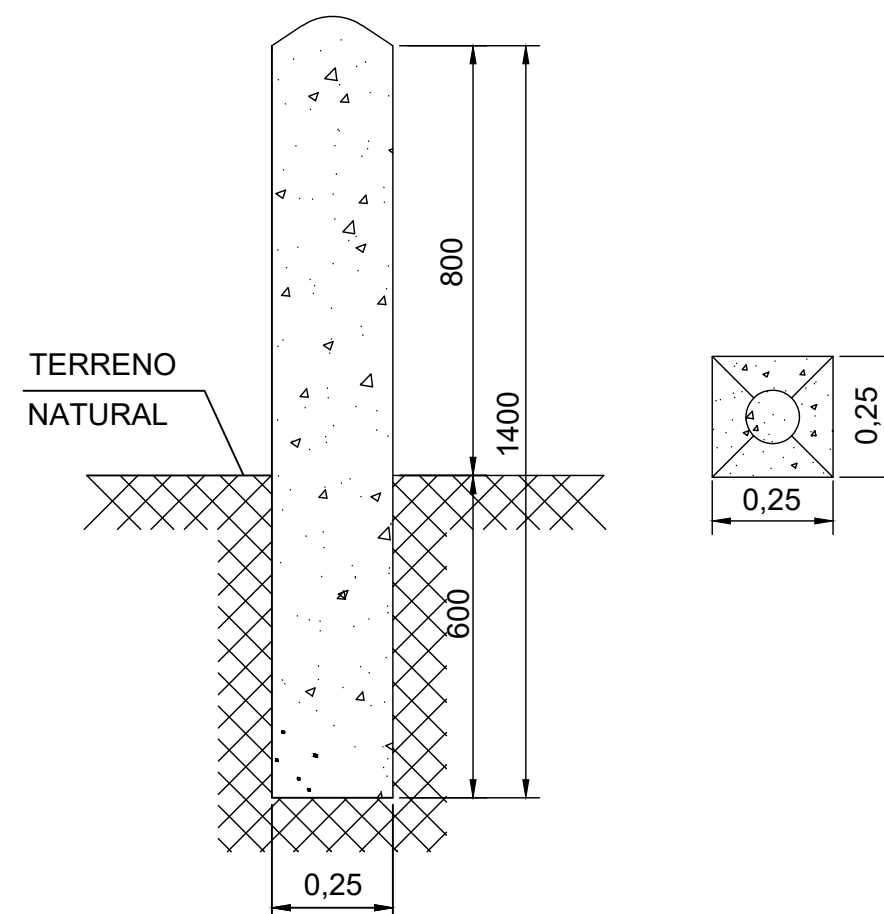
* La posición 2 se compactará mecánicamente por tongadas de un espesor máximo de 0,3m

** El tendido de los cables unipolares formará un trébol, sujeto con cinta de PVC cada 1,5m

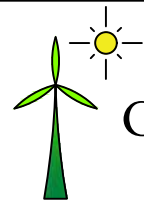
HITO DE SEÑALIZACIÓN

ALZADO

PLANTA

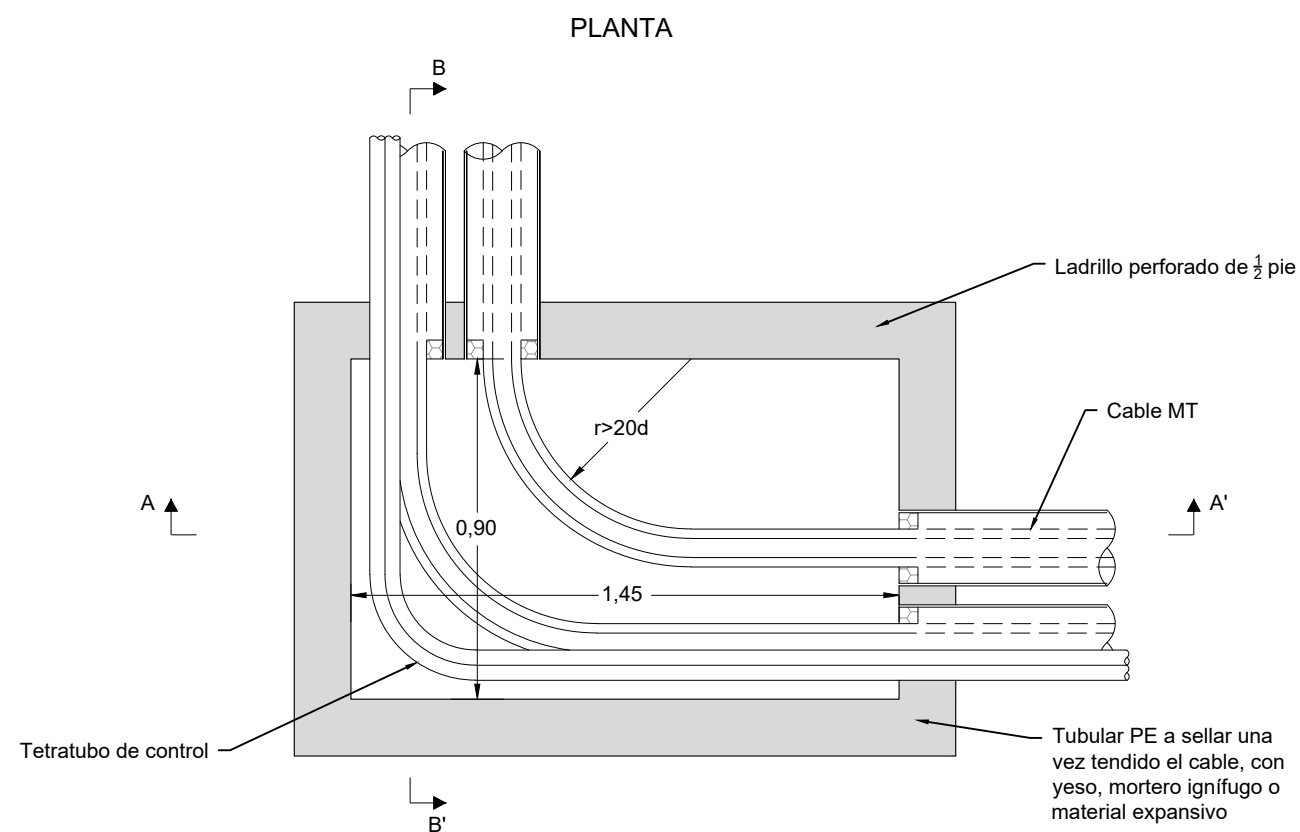
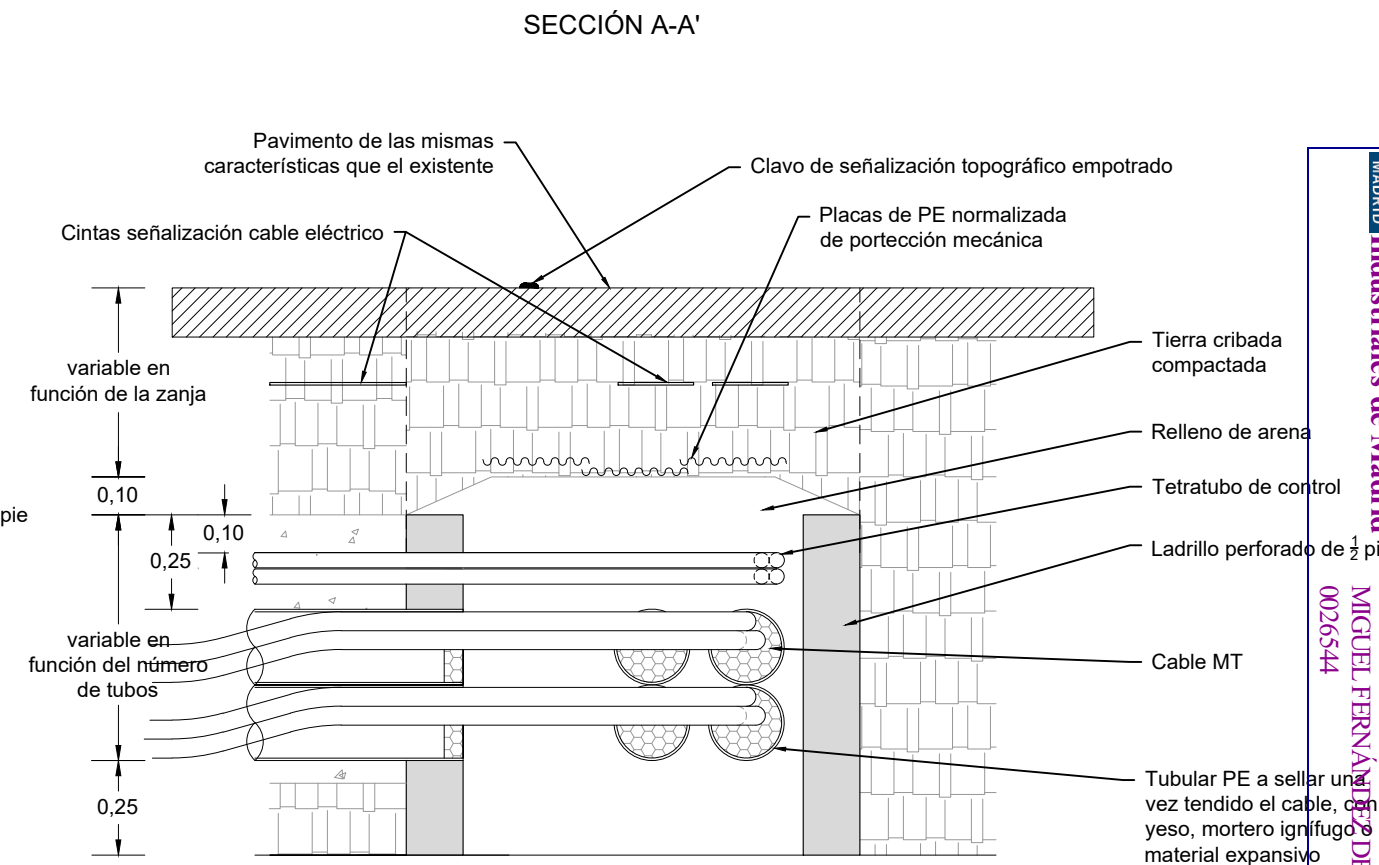
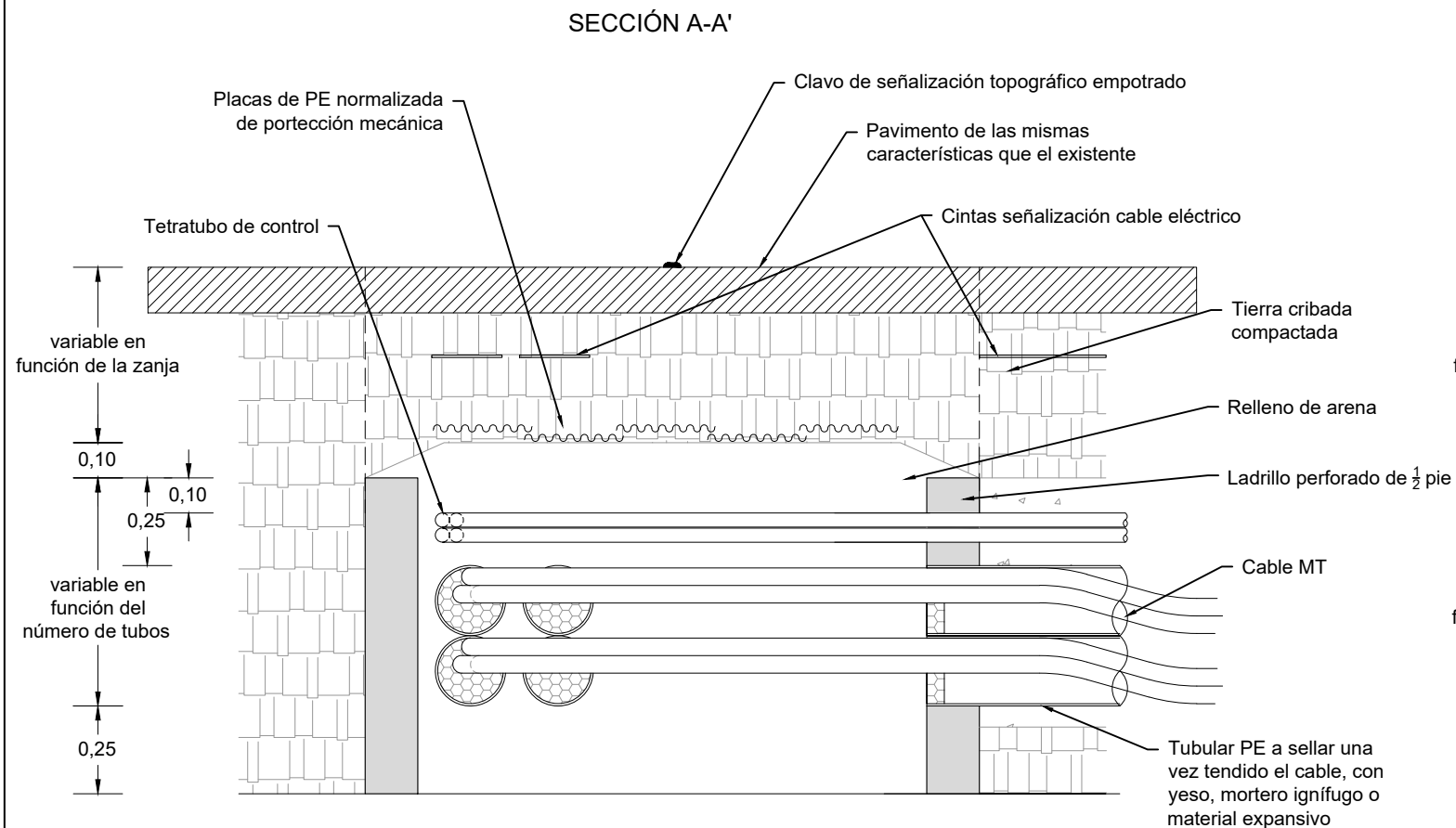


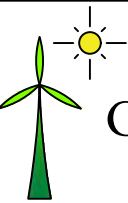
LOS HITOS IRÁN SITUADOS CADA 50 m Y EN
LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LAS ZANJAS

Dibujado	07/2021	MFD	P-07	 GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			Hoja 1 de 1	
ID.s.Normas				
Escala: S/E	DETALLE DE ZANJAS			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

ARQUETA A2 CIEGA

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

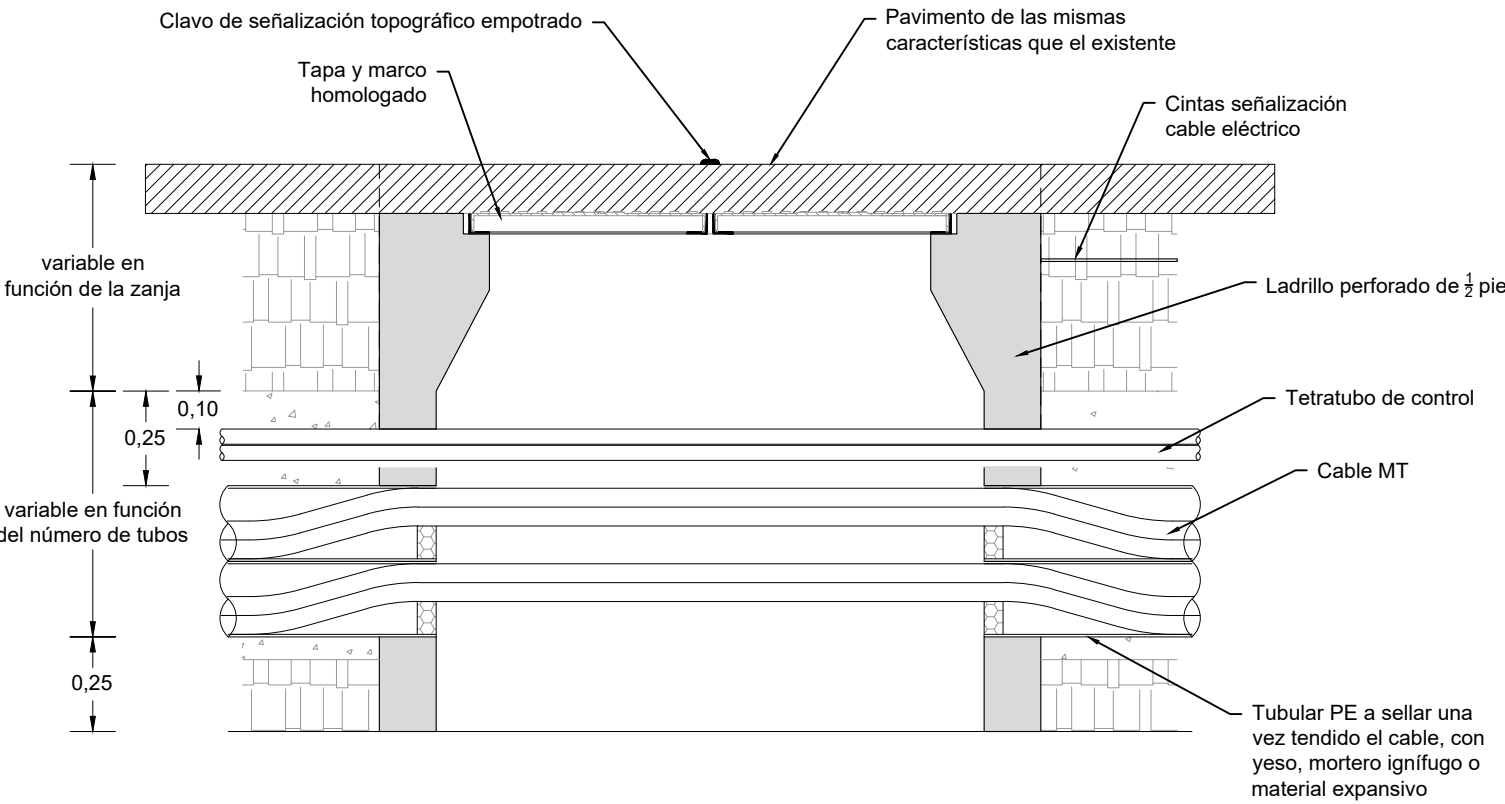


Dibujado	07/2021	MFD	P-08	 GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			HOJA 2 DE 6	
ID.s.Normas				
Escala: S/N	DETALLE ARQUETA A2 CIEGA CAMBIO DE SENTIDO			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO
				Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

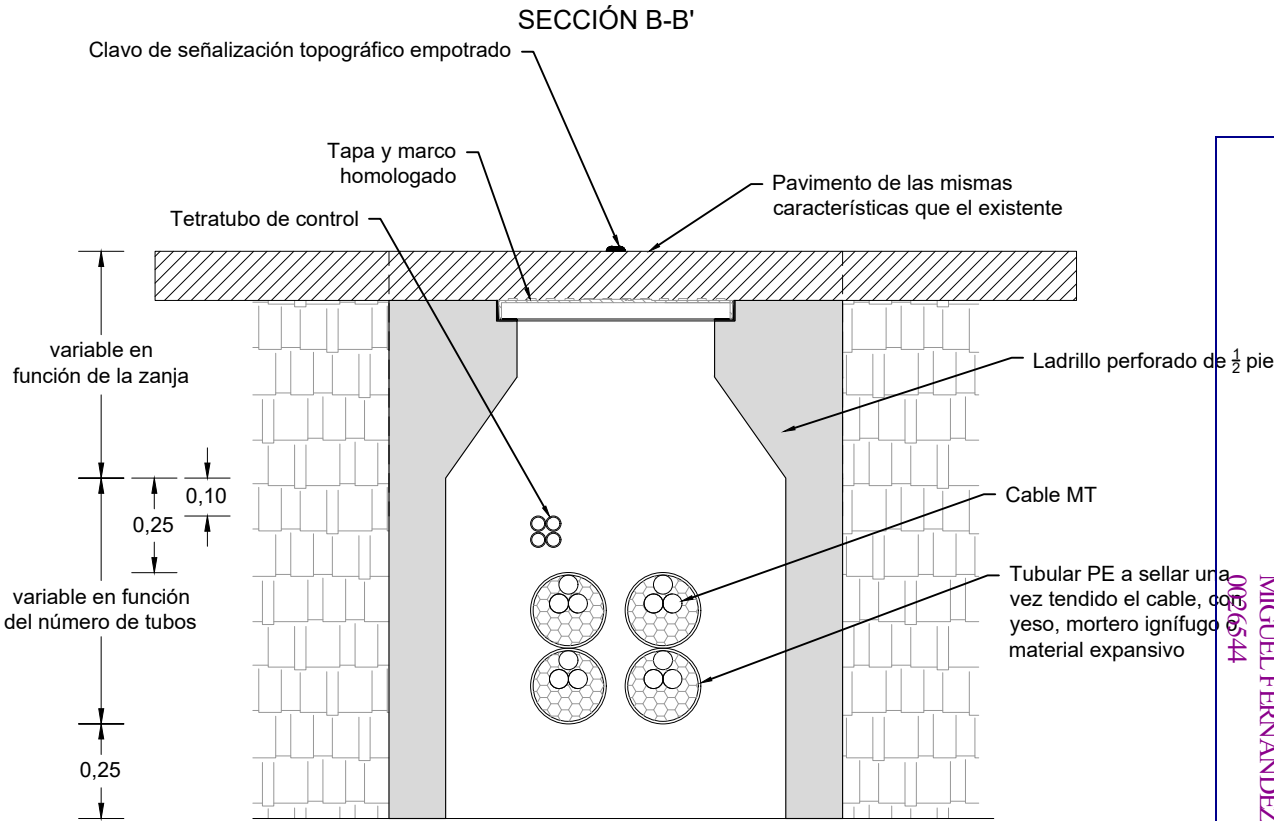
ARQUETA A2 REGISTRABLE

ARQUETA EN ALINEACIÓN

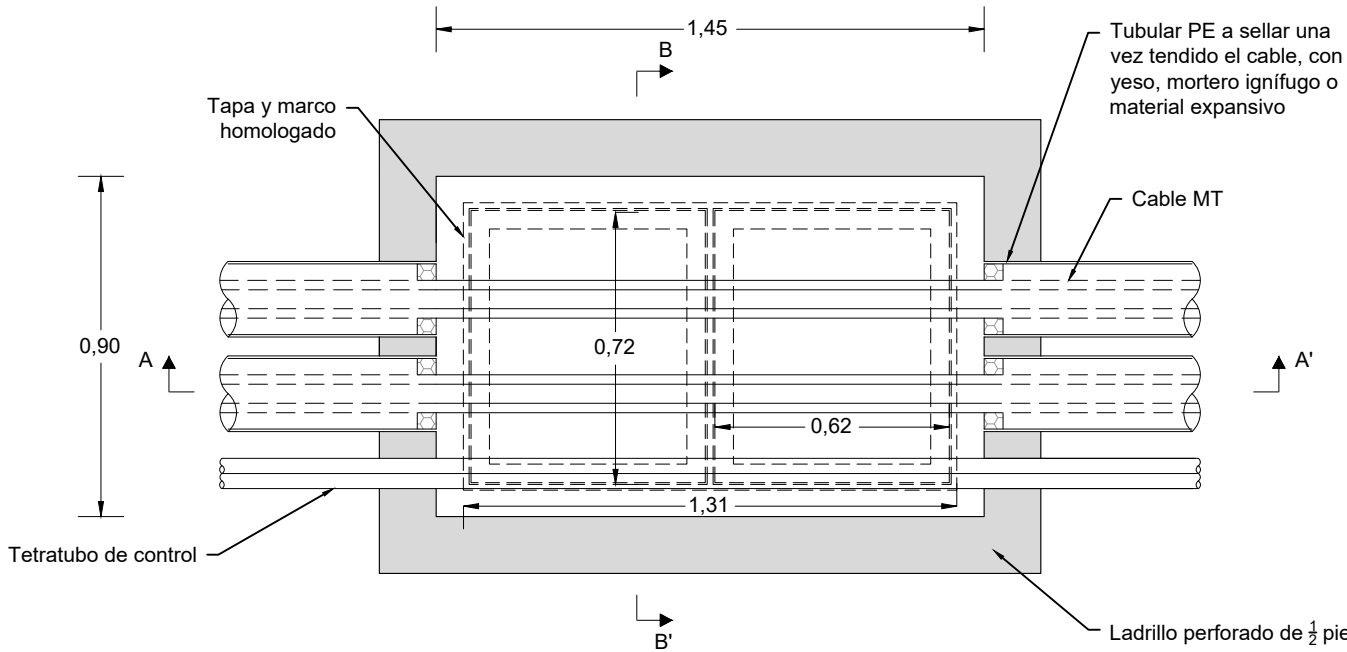
SECCIÓN A-A'

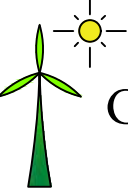


SECCIÓN B-B'



PLANTA

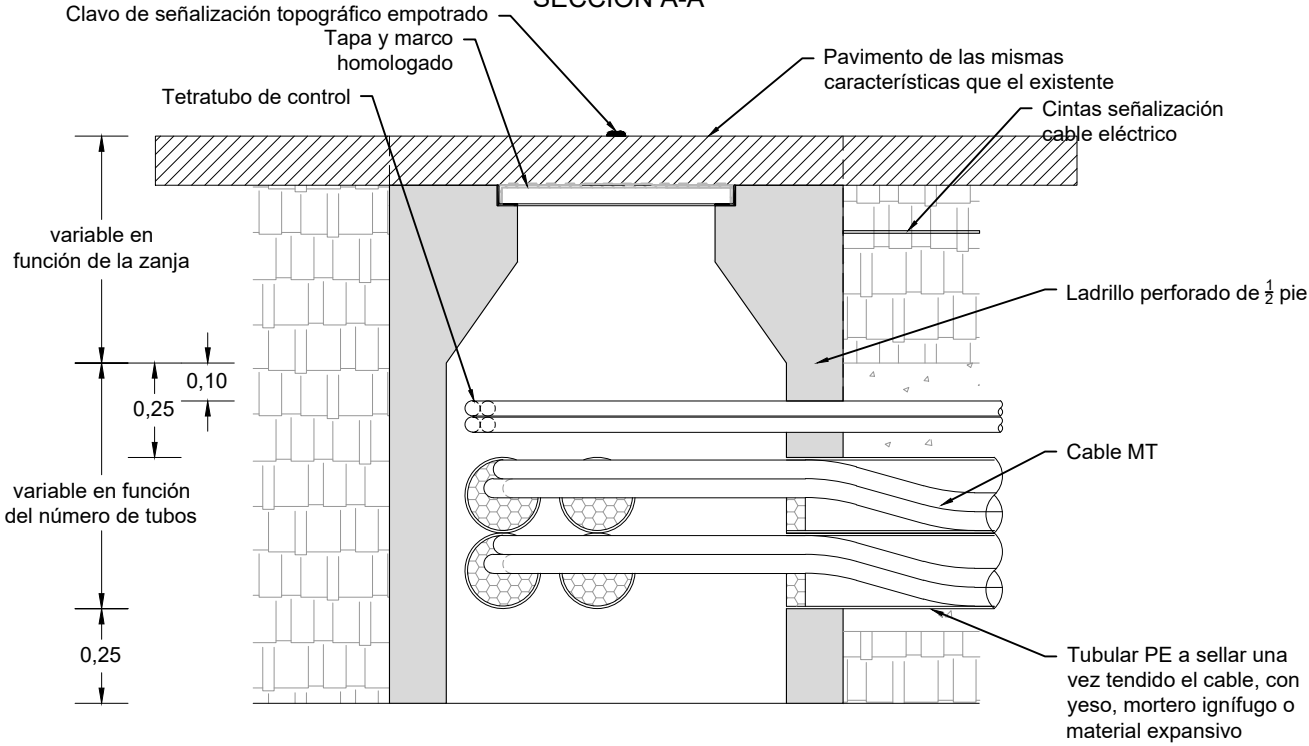


Dibujado	07/2021	MFD	P-08	 GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			HOJA 3 DE 6	
ID.s.Normas				
Escala: S/N	DETALLE ARQUETA A2 REGISTRABLE EN ALINEACIÓN			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

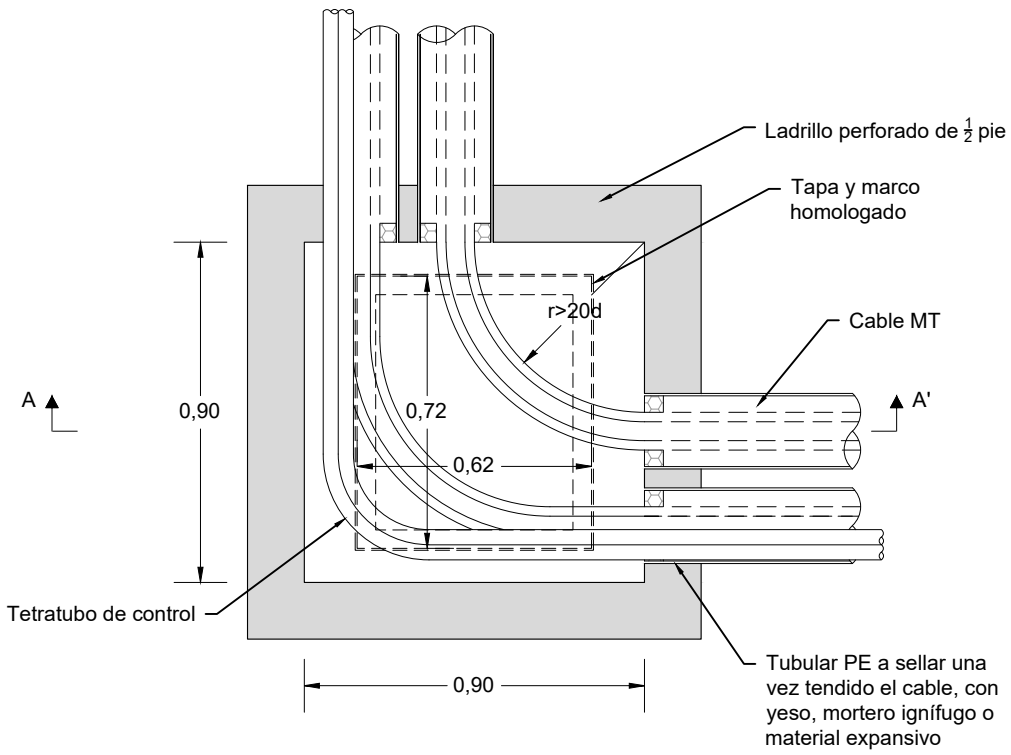
ARQUETA A1 REGISTRABLE

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'

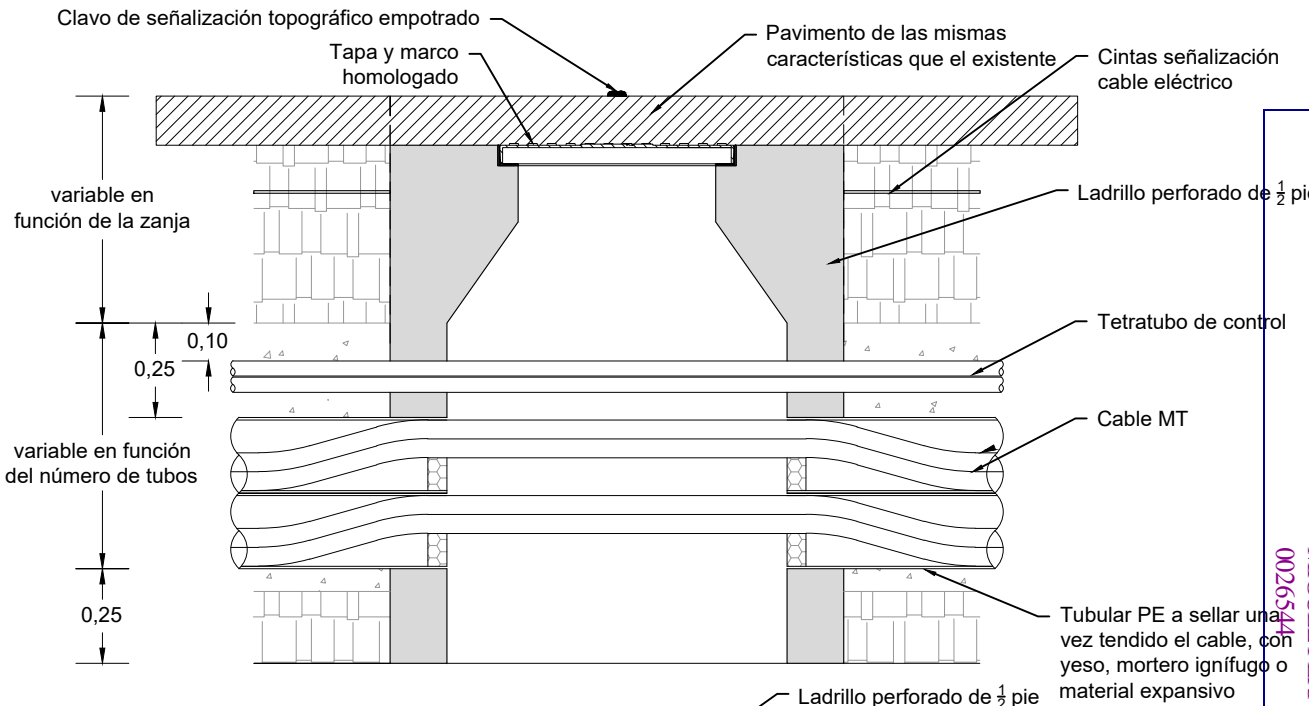


PLANTA

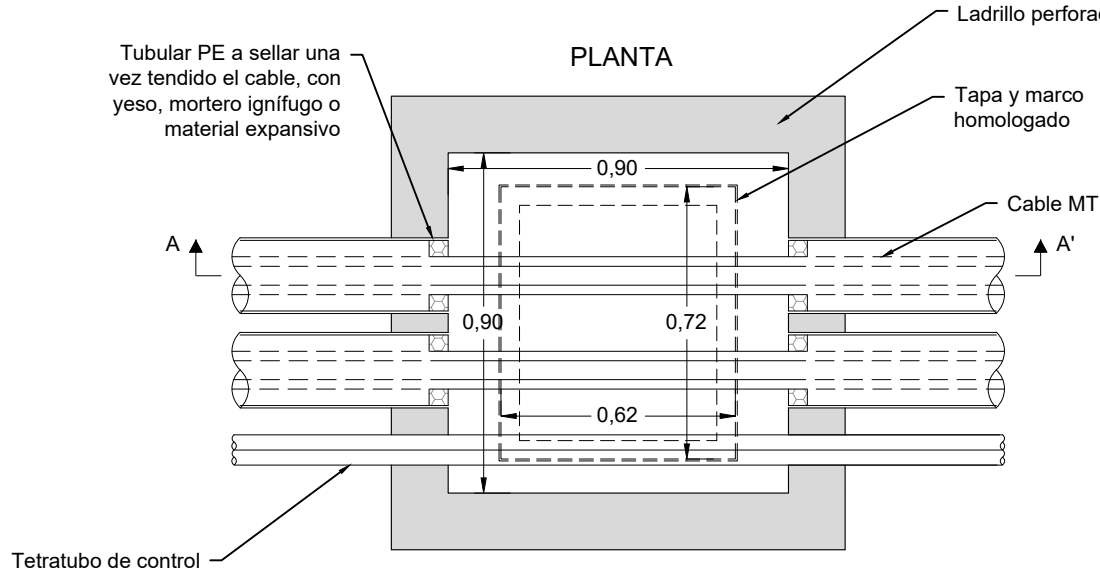


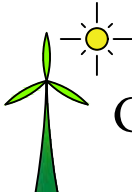
ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'



PLANTA



			P-08 HOJA 4 DE 6		GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD			
Comprobado					
ID.s.Normas					
Escala: S/N	DETALLE ARQUETA A1 CIEGA REGISTRABLE				Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL				MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO
					Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

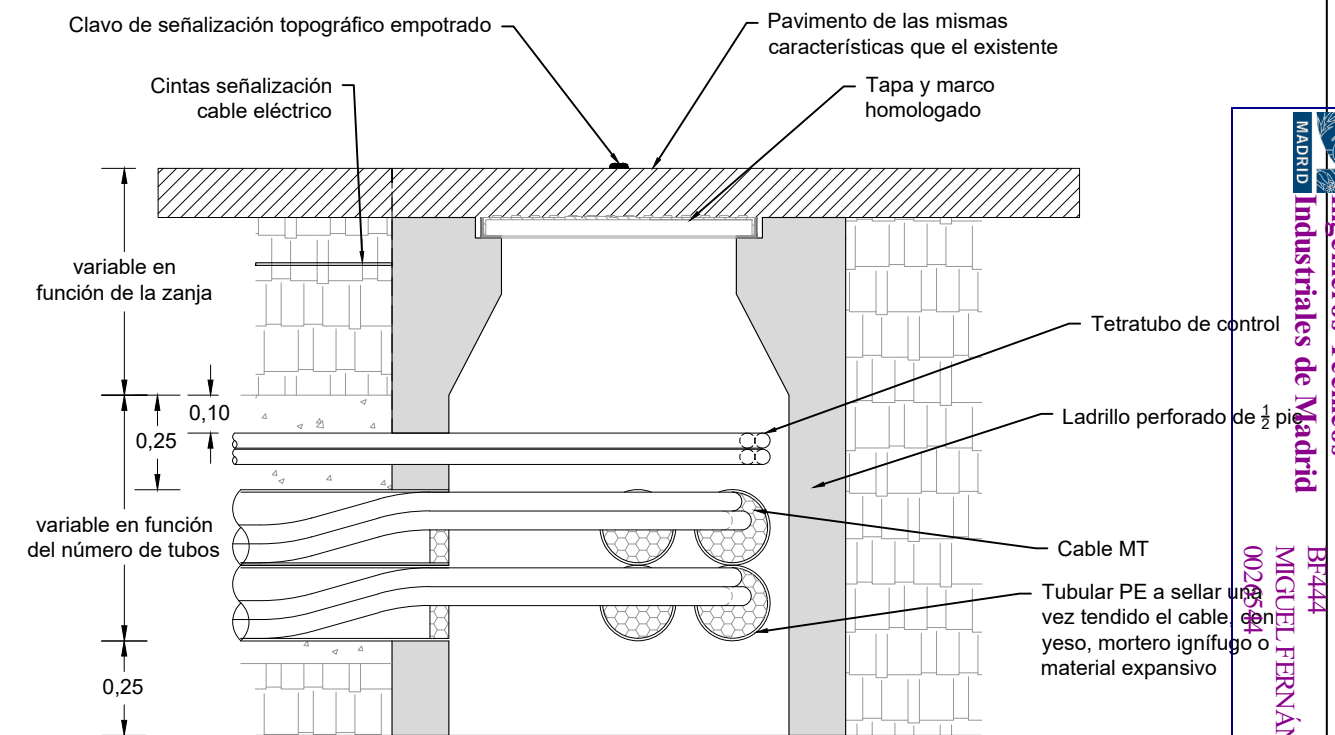
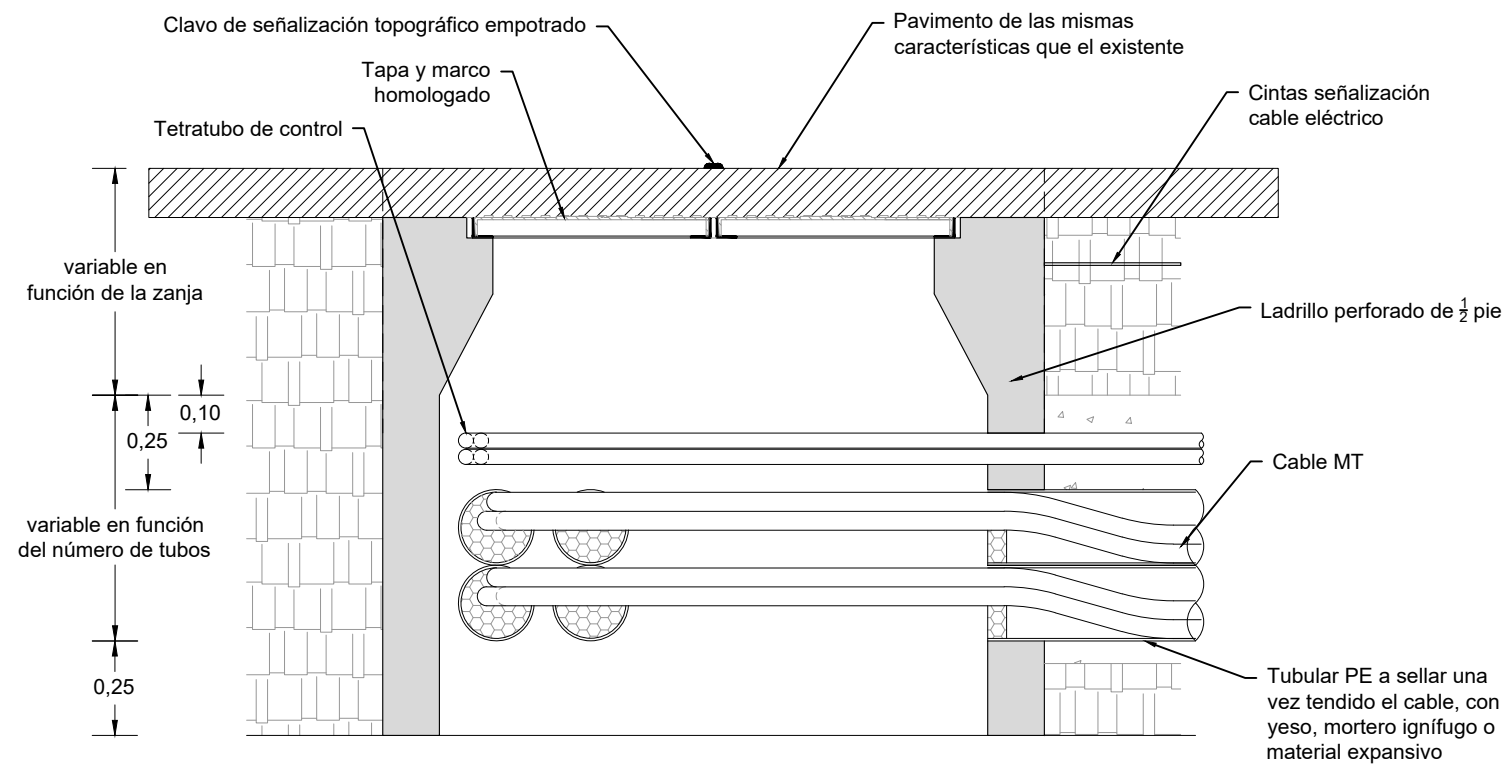
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544

VISADO

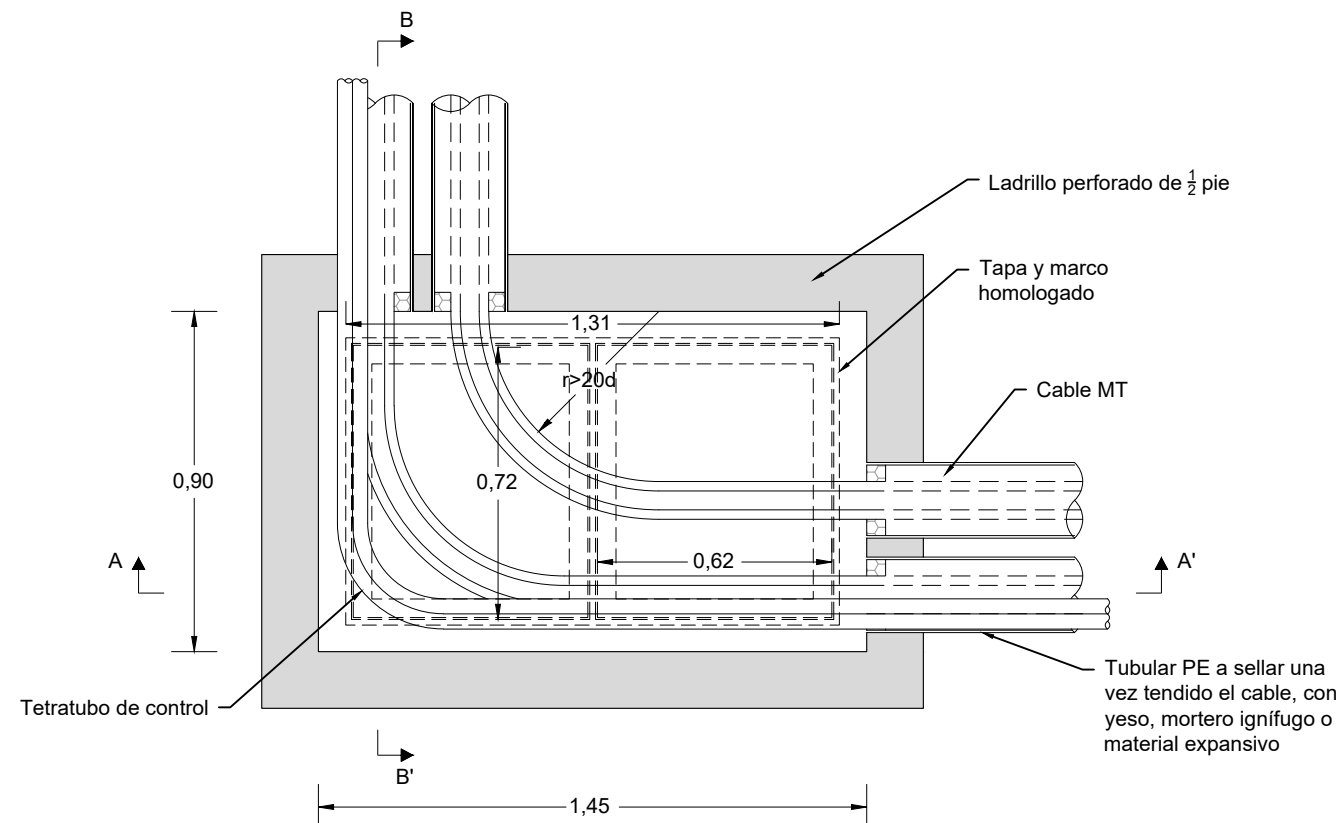
ARQUETA A2 REGISTRABLE

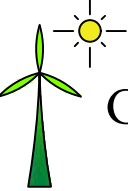
ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'



PLANTA

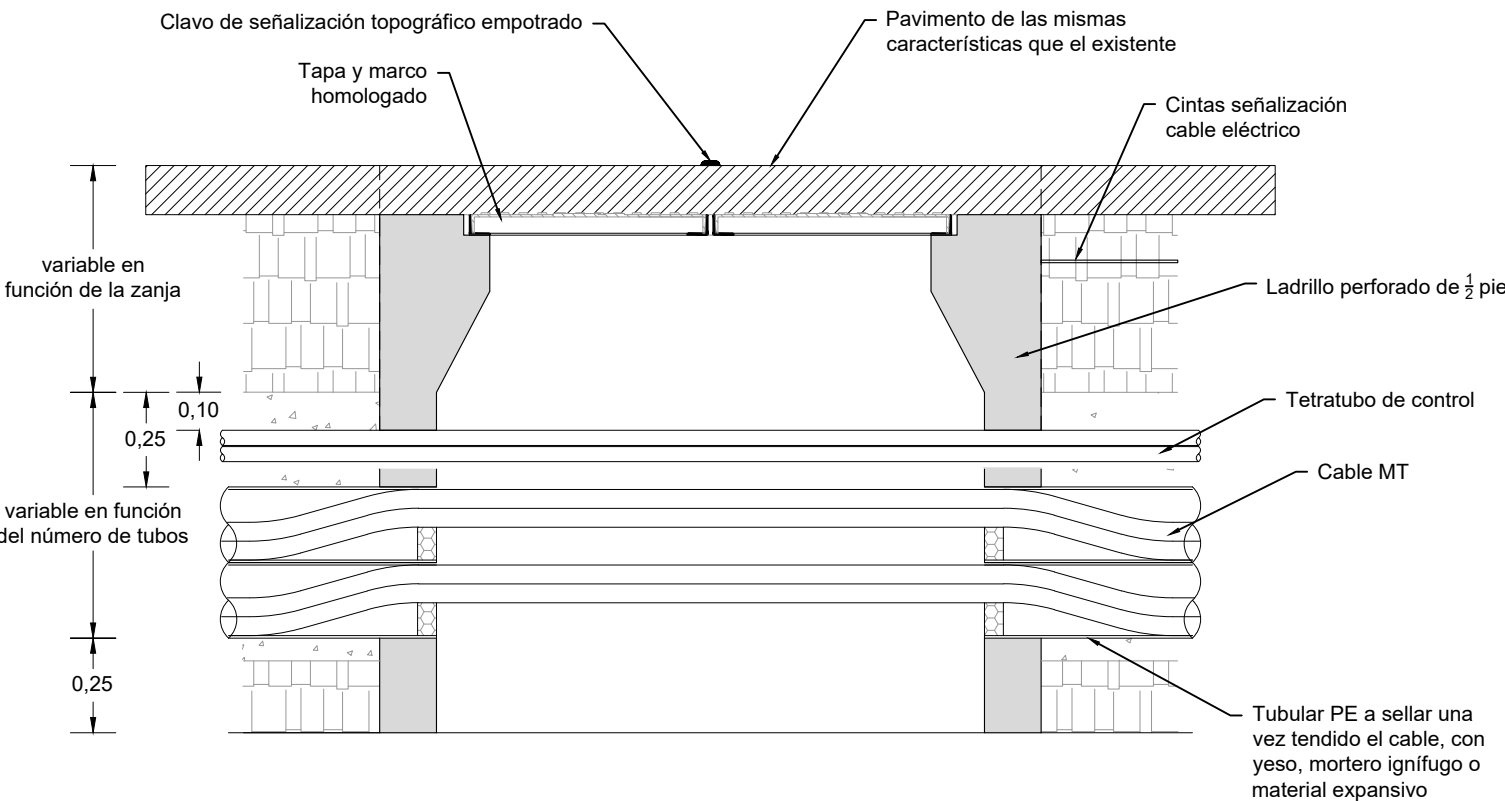


Dibujado	07/2021	MFD	P-08	 GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			HOJA 5 DE 6	
ID.s.Normas				
Escala: S/N	DETALLE ARQUETA A2 REGISTRABLE CAMBIO DE SENTIDO			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

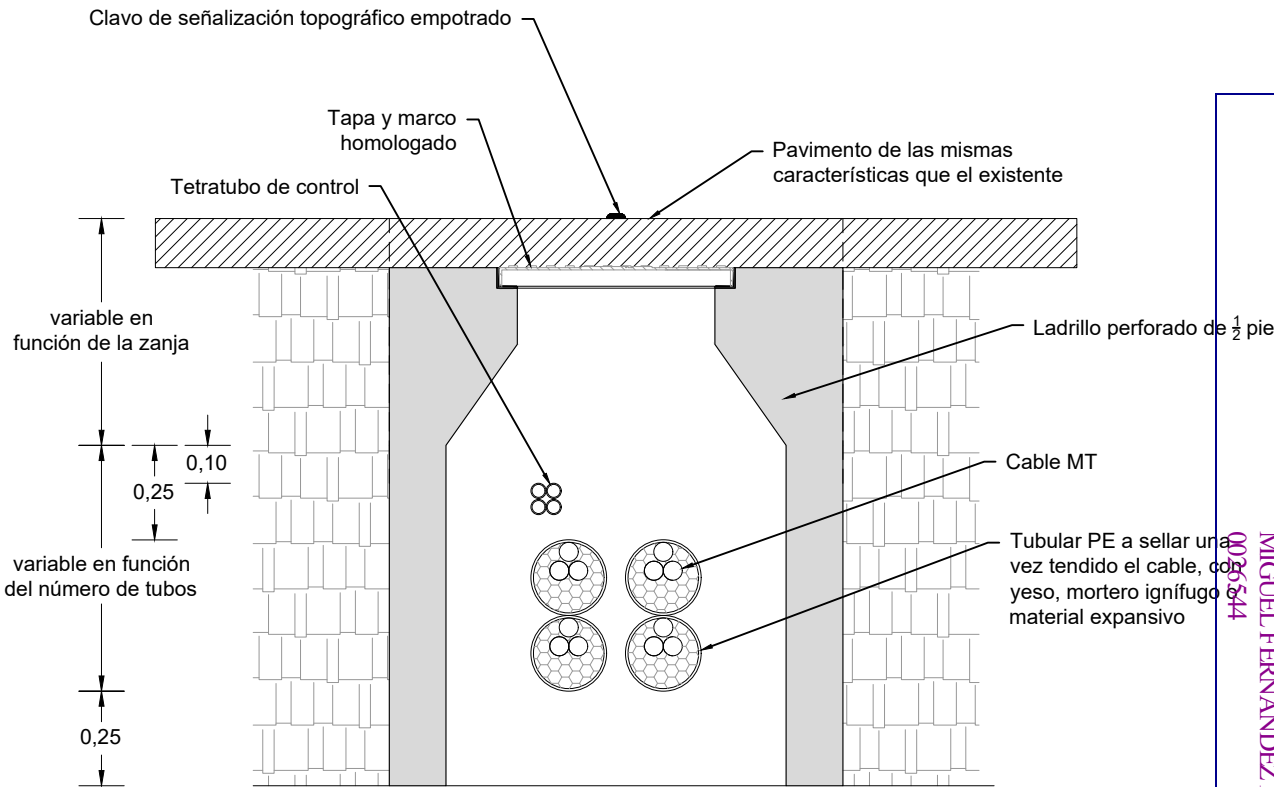
ARQUETA A2 REGISTRABLE

ARQUETA EN ALINEACIÓN

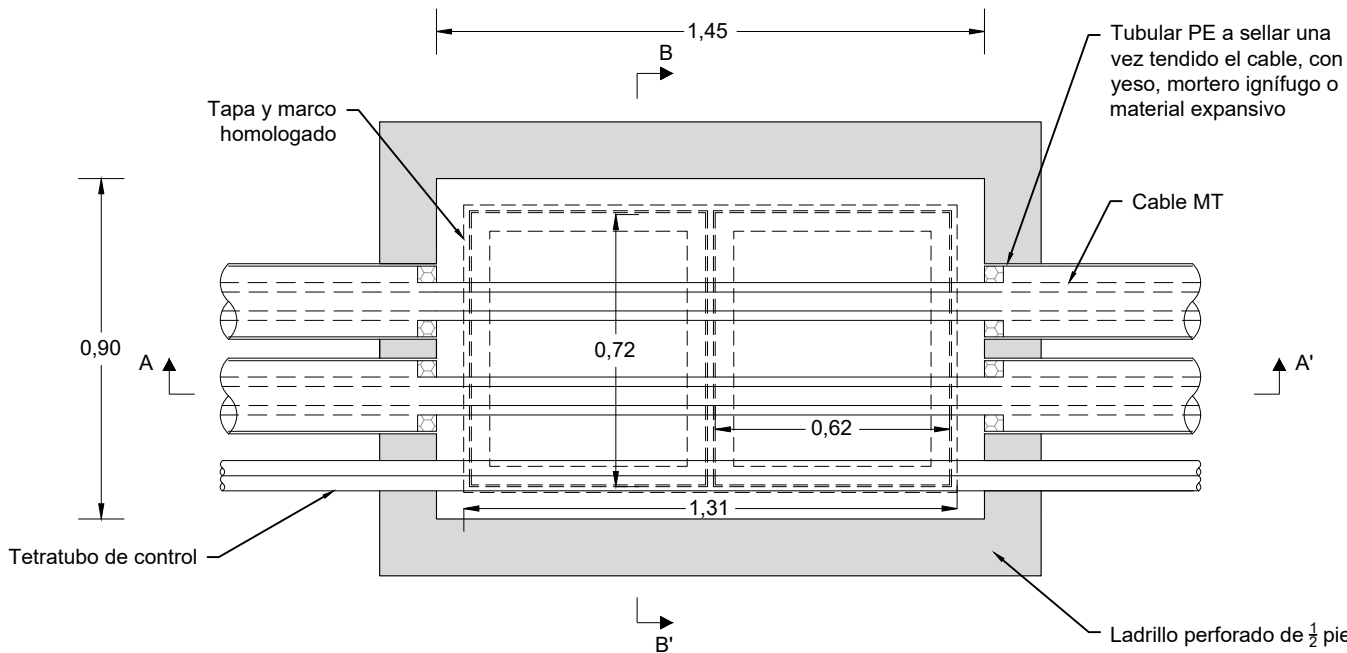
SECCIÓN A-A'

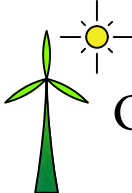


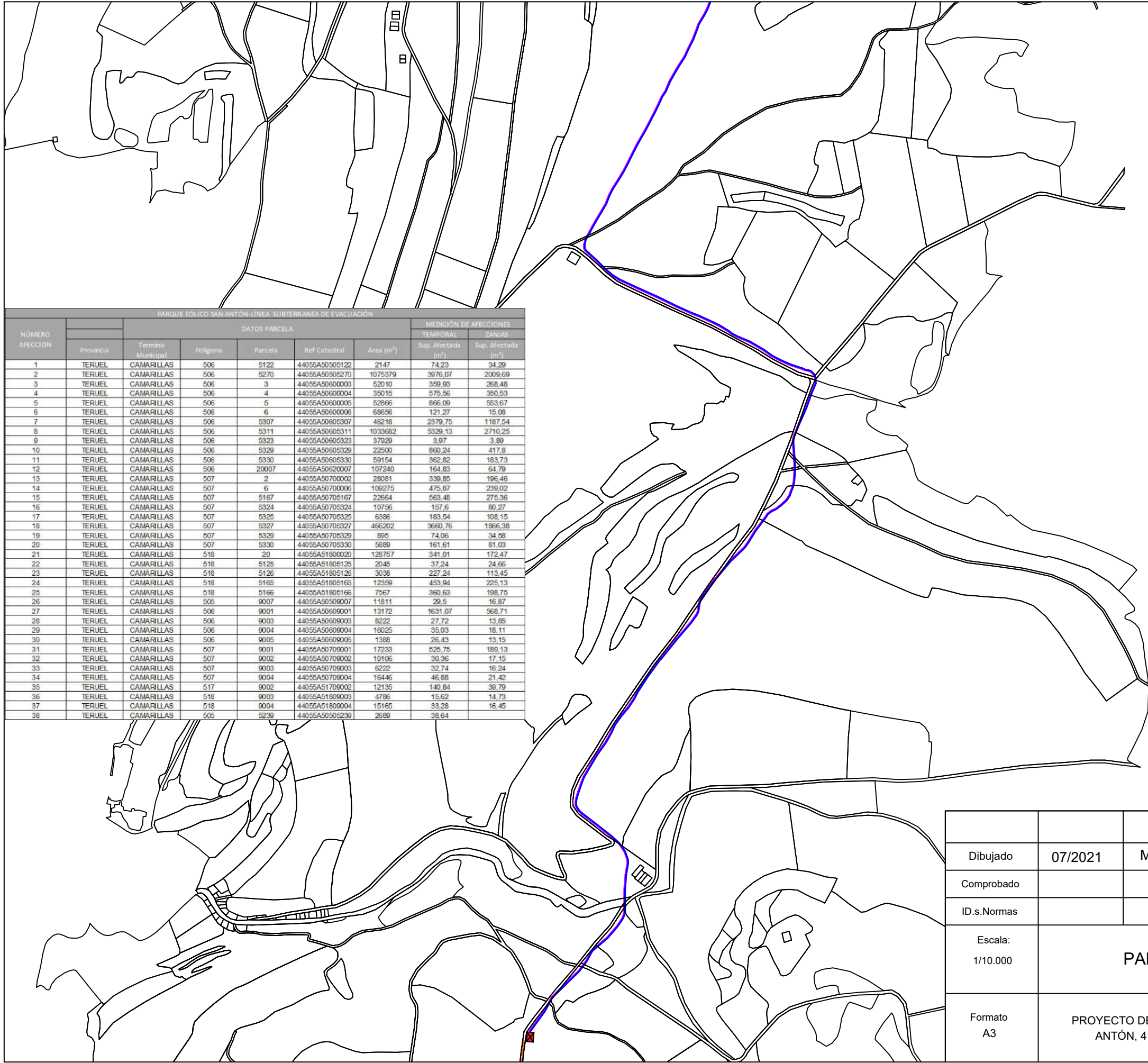
SECCIÓN B-B'



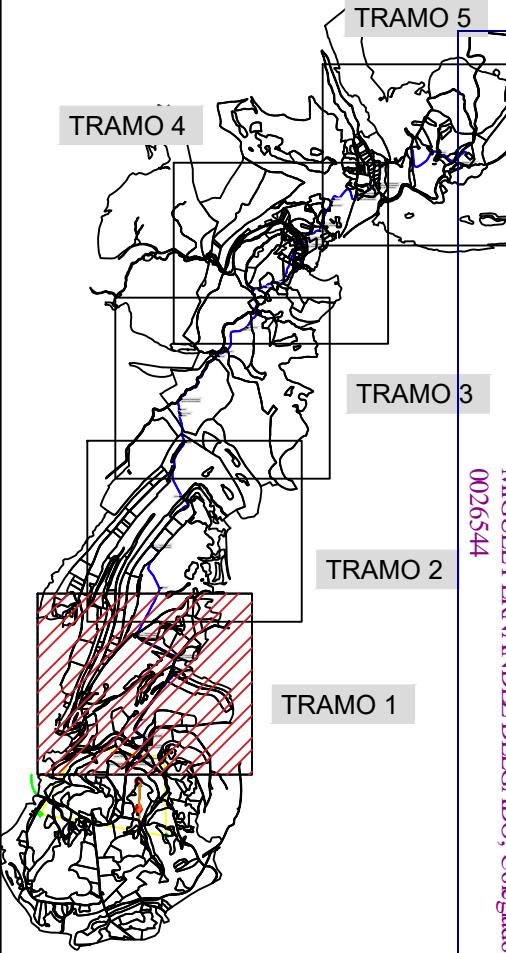
PLANTA

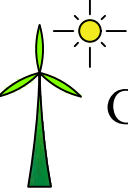


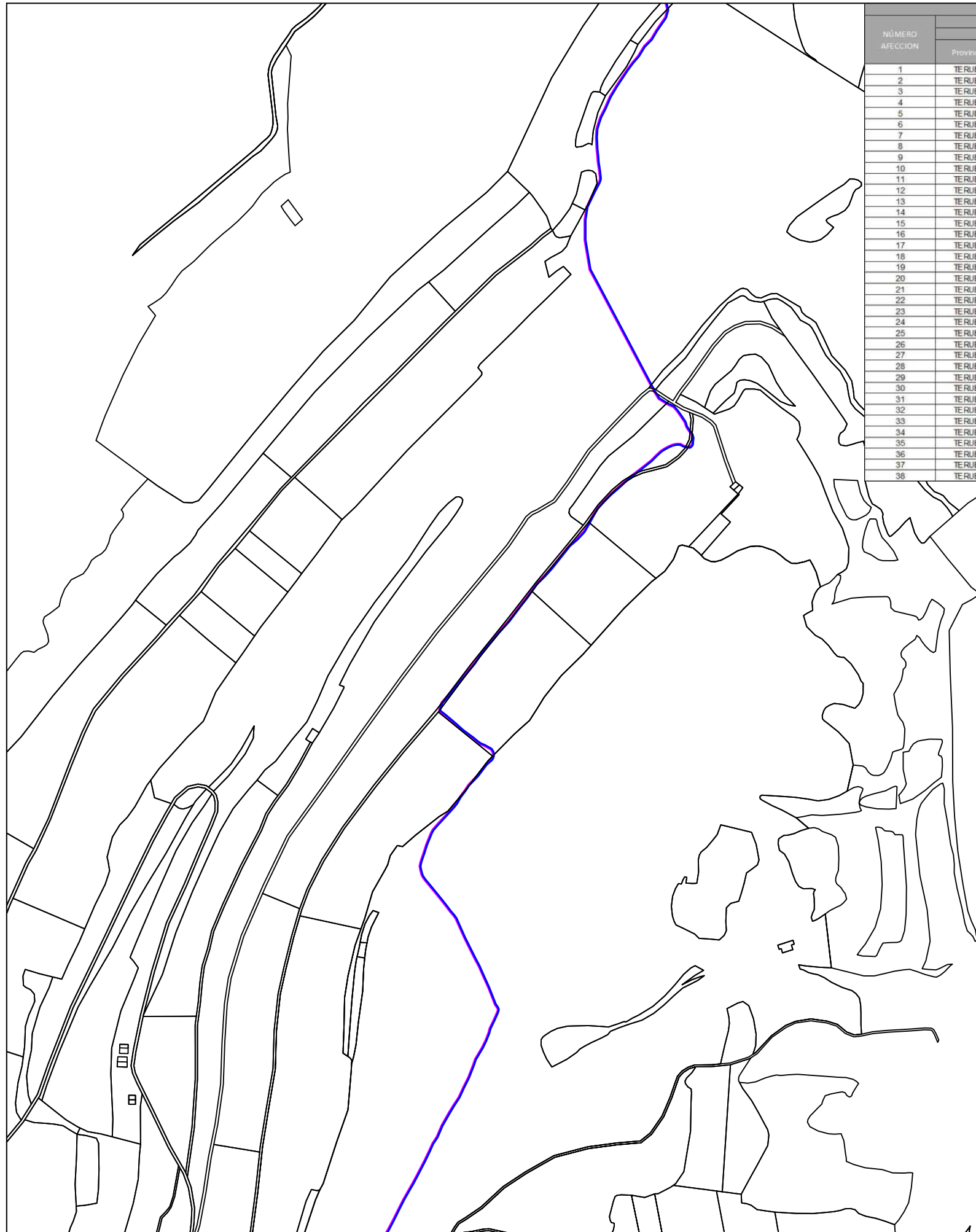
			P-08 HOJA 6 DE 6		GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD			
Comprobado					
ID.s.Normas					
Escala: S/N	DETALLE ARQUETA A2 REGISTRABLE EN ALINEACIÓN				Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL				MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



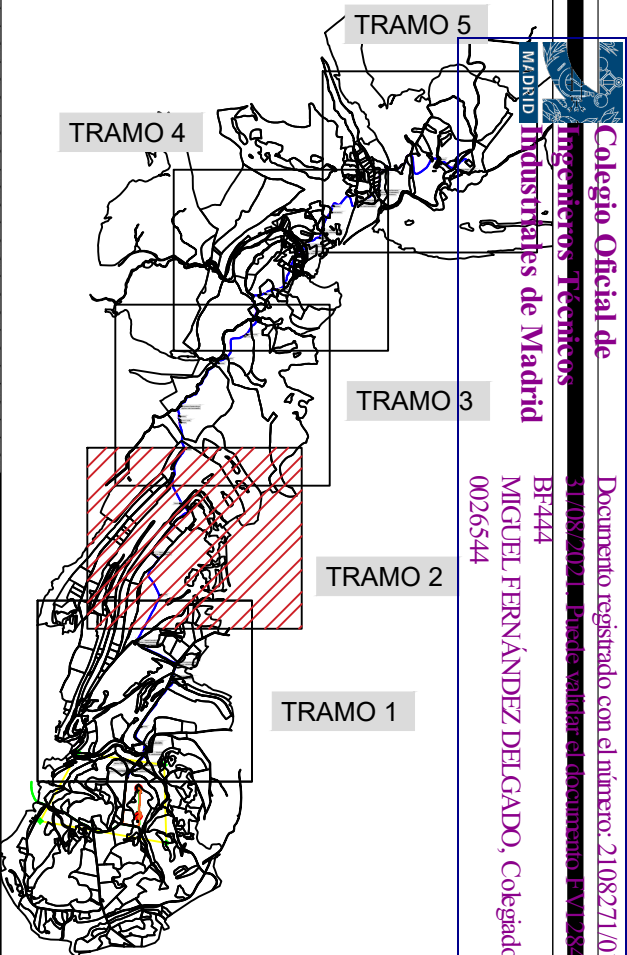
PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN-LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN								
NÚMERO AFECCIÓN	DATOS PARCELA							
	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Área (m²)	Sup. Afectada (m²)	ZANJAS
1	TERUEL	CAMARILLAS	506	5122	44055A50505122	2147	74.23	34.29
2	TERUEL	CAMARILLAS	506	5270	44055A50505270	1075379	3976.07	2009.69
3	TERUEL	CAMARILLAS	506	3	44055A50600003	52010	359.93	268.48
4	TERUEL	CAMARILLAS	506	4	44055A50600004	35015	575.56	350.53
5	TERUEL	CAMARILLAS	506	5	44055A50600005	52866	866.09	553.67
6	TERUEL	CAMARILLAS	506	6	44055A50600006	68656	121.27	15.08
7	TERUEL	CAMARILLAS	506	5307	44055A50605307	46218	2379.75	1187.54
8	TERUEL	CAMARILLAS	506	5311	44055A50605311	1033682	5329.13	2710.25
9	TERUEL	CAMARILLAS	506	5323	44055A50605323	37929	3.97	3.89
10	TERUEL	CAMARILLAS	506	5329	44055A50605329	22500	860.24	417.8
11	TERUEL	CAMARILLAS	506	5330	44055A50605330	59154	362.82	183.73
12	TERUEL	CAMARILLAS	506	20007	44055A50620007	107240	164.83	64.79
13	TERUEL	CAMARILLAS	507	2	44055A50700002	28081	339.85	196.46
14	TERUEL	CAMARILLAS	507	6	44055A50700006	109275	475.87	239.02
15	TERUEL	CAMARILLAS	507	5167	44055A50705167	22664	563.48	275.36
16	TERUEL	CAMARILLAS	507	5324	44055A50705324	10756	157.6	80.27
17	TERUEL	CAMARILLAS	507	5325	44055A50705325	6386	183.54	108.15
18	TERUEL	CAMARILLAS	507	5327	44055A50705327	466202	3660.76	1866.38
19	TERUEL	CAMARILLAS	507	5329	44055A50705329	895	74.06	34.58
20	TERUEL	CAMARILLAS	507	5330	44055A50705330	5689	161.61	81.03
21	TERUEL	CAMARILLAS	518	20	44055A51800020	126757	341.01	172.47
22	TERUEL	CAMARILLAS	518	5125	44055A51805125	2045	37.24	24.66
23	TERUEL	CAMARILLAS	518	5126	44055A51805126	3038	227.24	113.45
24	TERUEL	CAMARILLAS	518	5165	44055A51805165	12359	453.94	225.13
25	TERUEL	CAMARILLAS	518	5166	44055A51805166	7567	360.63	198.75
26	TERUEL	CAMARILLAS	505	9007	44055A50509007	11811	29.5	16.87
27	TERUEL	CAMARILLAS	506	9001	44055A50609001	13172	1631.07	568.71
28	TERUEL	CAMARILLAS	506	9003	44055A50609003	8222	27.72	13.85
29	TERUEL	CAMARILLAS	506	9004	44055A50609004	16025	35.03	18.11
30	TERUEL	CAMARILLAS	506	9005	44055A50609005	1388	26.43	13.15
31	TERUEL	CAMARILLAS	507	9001	44055A50709001	17233	525.75	189.13
32	TERUEL	CAMARILLAS	507	9002	44055A50709002	10106	30.36	17.15
33	TERUEL	CAMARILLAS	507	9003	44055A50709003	6222	32.74	16.24
34	TERUEL	CAMARILLAS	507	9004	44055A50709004	16446	46.88	21.42
35	TERUEL	CAMARILLAS	517	9002	44055A51709002	12135	140.84	30.79
36	TERUEL	CAMARILLAS	518	9003	44055A51809003	4786	15.62	14.73
37	TERUEL	CAMARILLAS	518	9004	44055A51809004	15165	33.28	16.45
38	TERUEL	CAMARILLAS	505	5236	44055A50505236	2689	38.64	

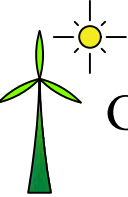


Dibujado	07/2021	MFD	P-09		GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			Hoja 2 de 6		
ID.s.Normas					
Escala: 1/10.000	PARCELARIO TRAMO 1				Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL				MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



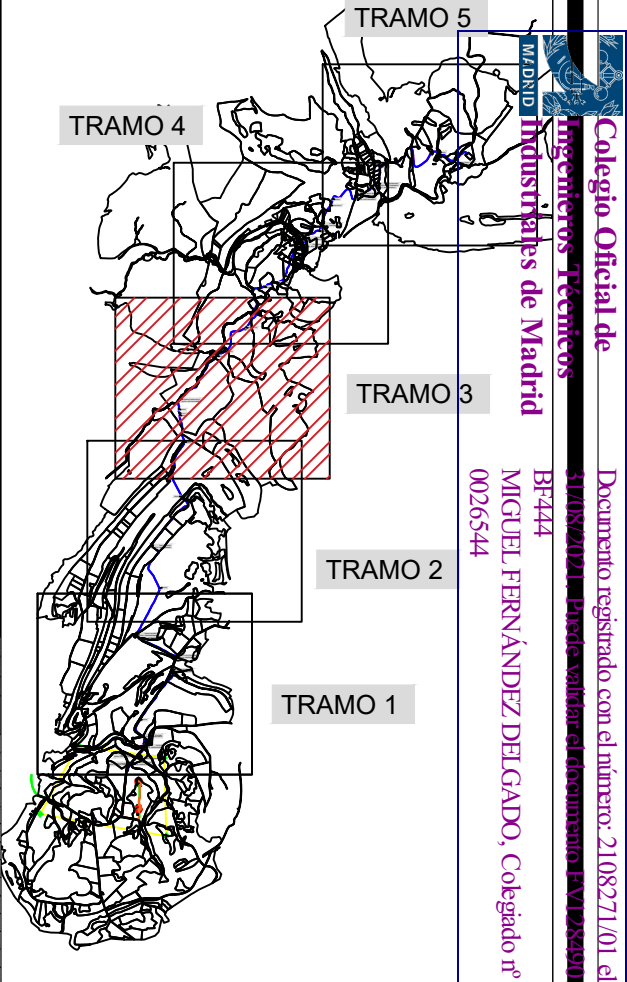
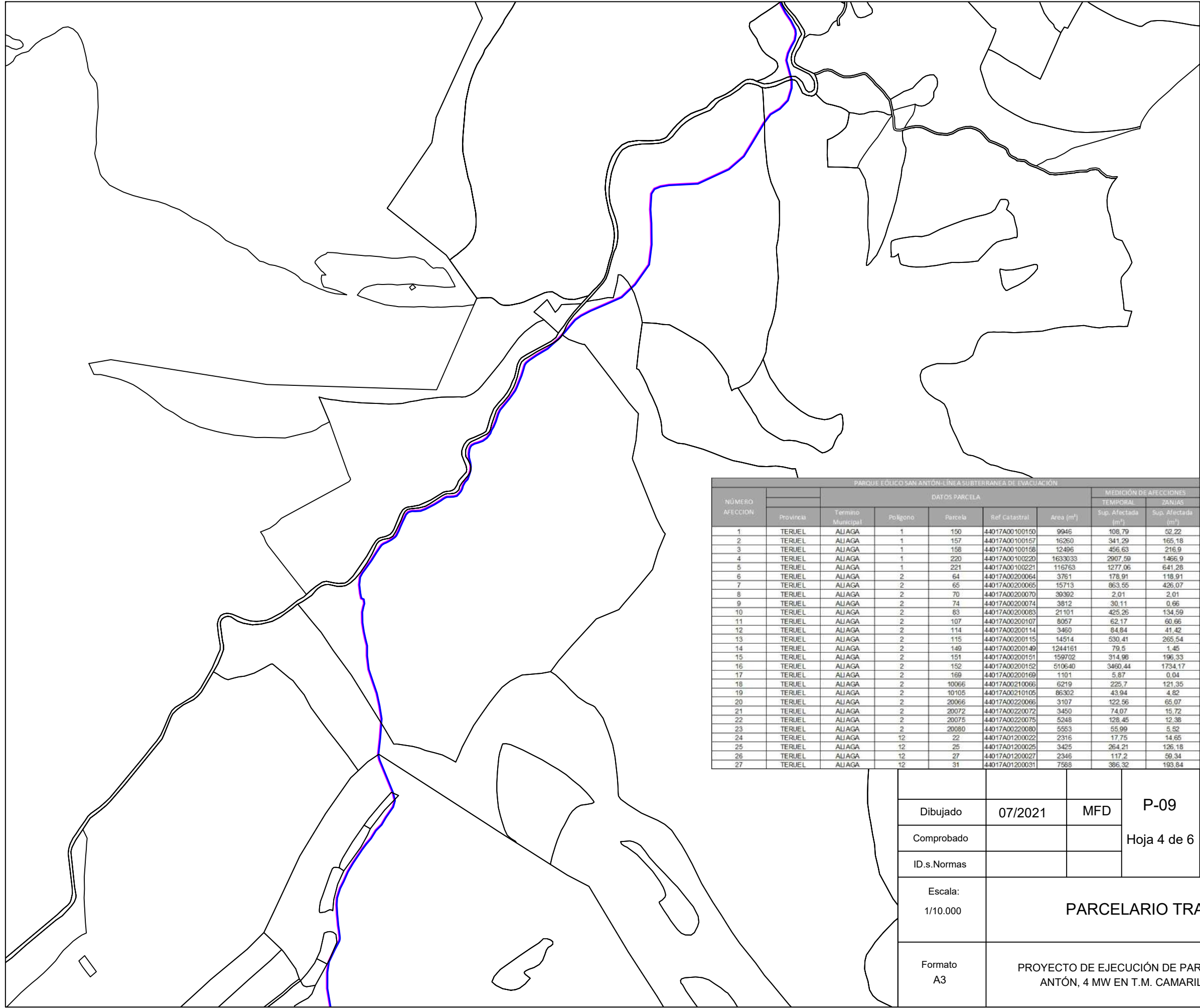
PARQUE EÓLICO SAN ANTON-LÍNEA SUBTERRANEA DE EVACUACIÓN									
NÚMERO AFECCION		DATOS PARCELA					MEDICION DE AFECCIONES		
		Provincia	Termino Municipal	Poligono	Parcela	Ref Catastral	Area (m²)	TEMPORAL	ZANIAS
								Sup. Afectada (m²)	Sup. Afectada (m²)
1	TERUEL	CAMARILLAS	506	5122	4405SA50505122	2147	74.23	34.29	
2	TERUEL	CAMARILLAS	506	5270	4405SA50505270	1075379	3975.07	2009.69	
3	TERUEL	CAMARILLAS	506	3	4405SA50600003	52010	359.93	268.48	
4	TERUEL	CAMARILLAS	506	4	4405SA50600004	35015	575.56	350.53	
5	TERUEL	CAMARILLAS	506	5	4405SA50600005	52866	866.09	553.67	
6	TERUEL	CAMARILLAS	506	6	4405SA50600006	68656	121.27	15.08	
7	TERUEL	CAMARILLAS	506	5307	4405SA50605307	46218	2379.75	1187.54	
8	TERUEL	CAMARILLAS	506	5311	4405SA50605311	1033682	5329.13	2710.25	
9	TERUEL	CAMARILLAS	506	5323	4405SA50605323	37929	3.97	3.99	
10	TERUEL	CAMARILLAS	506	5329	4405SA50605329	22500	860.24	417.8	
11	TERUEL	CAMARILLAS	506	5330	4405SA50605330	59154	362.82	193.73	
12	TERUEL	CAMARILLAS	506	20007	4405SA50620007	107240	164.83	64.79	
13	TERUEL	CAMARILLAS	507	2	4405SA50700002	28081	339.85	196.46	
14	TERUEL	CAMARILLAS	507	6	4405SA50700006	109275	475.87	239.02	
15	TERUEL	CAMARILLAS	507	5167	4405SA50705167	22664	563.48	275.36	
16	TERUEL	CAMARILLAS	507	5324	4405SA50705324	10756	157.6	80.27	
17	TERUEL	CAMARILLAS	507	5325	4405SA50705325	6386	183.54	108.15	
18	TERUEL	CAMARILLAS	507	5327	4405SA50705327	466202	3660.76	1866.38	
19	TERUEL	CAMARILLAS	507	5329	4405SA50705329	895	74.06	34.58	
20	TERUEL	CAMARILLAS	507	5330	4405SA50705330	5889	161.61	81.03	
21	TERUEL	CAMARILLAS	518	20	4405SA51800020	128757	341.01	172.47	
22	TERUEL	CAMARILLAS	518	5125	4405SA51805125	2045	37.24	24.66	
23	TERUEL	CAMARILLAS	518	5126	4405SA51805126	3038	227.24	113.45	
24	TERUEL	CAMARILLAS	518	5165	4405SA51805165	12359	453.94	225.13	
25	TERUEL	CAMARILLAS	518	5166	4405SA51805166	7567	360.63	198.75	
26	TERUEL	CAMARILLAS	505	9007	4405SA50509007	11811	29.5	16.87	
27	TERUEL	CAMARILLAS	506	9001	4405SA50609001	13172	1631.07	668.71	
28	TERUEL	CAMARILLAS	506	9003	4405SA50609003	8222	27.72	13.85	
29	TERUEL	CAMARILLAS	506	9004	4405SA50609004	16025	35.03	18.11	
30	TERUEL	CAMARILLAS	506	9005	4405SA50609005	1388	26.43	13.15	
31	TERUEL	CAMARILLAS	507	9001	4405SA50709001	17233	525.75	189.13	
32	TERUEL	CAMARILLAS	507	9002	4405SA50709002	10106	30.36	17.15	
33	TERUEL	CAMARILLAS	507	9003	4405SA50709003	6222	32.74	16.24	
34	TERUEL	CAMARILLAS	507	9004	4405SA50709004	16446	46.88	21.42	
35	TERUEL	CAMARILLAS	517	9002	4405SA51709002	12135	140.84	39.79	
36	TERUEL	CAMARILLAS	518	9003	4405SA51809003	4786	15.62	14.73	
37	TERUEL	CAMARILLAS	518	9004	4405SA51809004	15165	33.28	16.45	
38	TERUEL	CAMARILLAS	505	5239	4405SA50505239	2689	38.64		



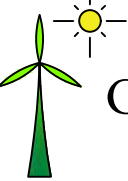
Dibujado	07/2021	MFD	P-09		GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			Hoja 3 de 6		
ID.s.Normas					
Escala: 1/10.000	PARCELARIO TRAMO 2				Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTON, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL				MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede verse el documento EX/289011-BF-444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544

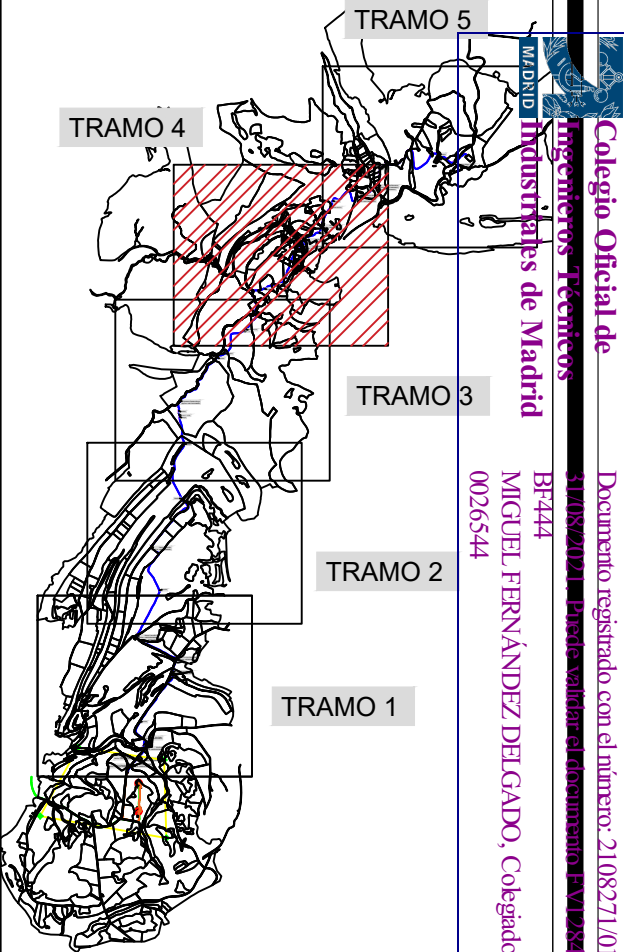
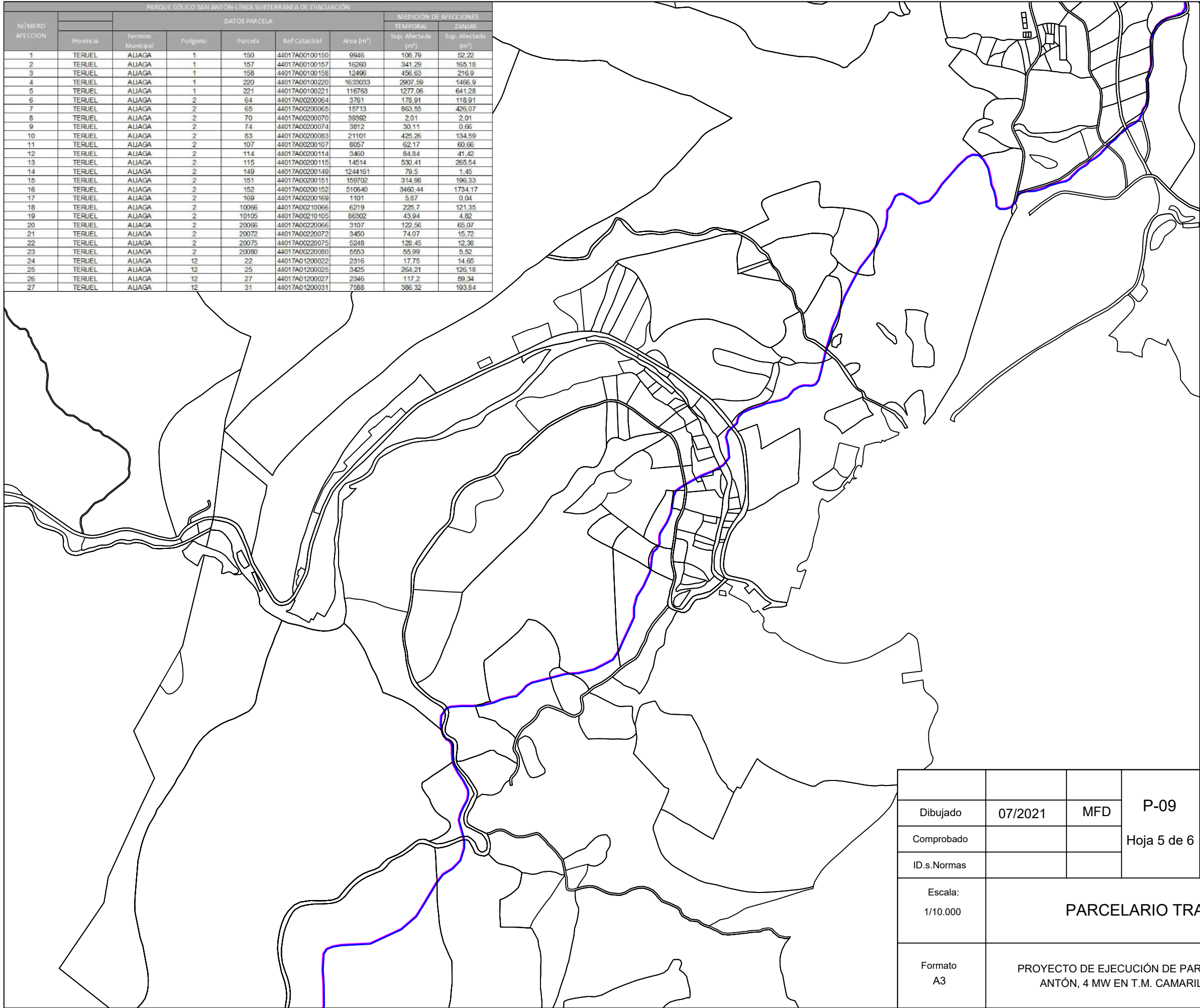
VISADO

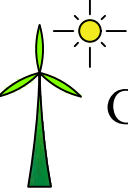


PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN-LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN									
NÚMERO AFECCIÓN	DATOS PARCELA						MEDICIÓN DE AFECCIONES		
	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Ref Catastral	Area (m²)	Sup. Afectada (m²)	Sup. Afectada (m²)	ZANJAS
1	TERUEL	ALIAGA	1	150	44017A00100150	9946	108,79	52,22	
2	TERUEL	ALIAGA	1	157	44017A00100157	16260	341,29	165,18	
3	TERUEL	ALIAGA	1	158	44017A00100158	12496	456,63	216,9	
4	TERUEL	ALIAGA	1	220	44017A00100220	1633033	2907,59	1466,9	
5	TERUEL	ALIAGA	1	221	44017A00100221	116763	1277,06	641,28	
6	TERUEL	ALIAGA	2	64	44017A00200064	3761	178,91	118,91	
7	TERUEL	ALIAGA	2	65	44017A00200065	15713	863,55	426,07	
8	TERUEL	ALIAGA	2	70	44017A00200070	39392	2,01	2,01	
9	TERUEL	ALIAGA	2	74	44017A00200074	3812	30,11	0,66	
10	TERUEL	ALIAGA	2	83	44017A00200083	21101	425,26	134,59	
11	TERUEL	ALIAGA	2	107	44017A00200107	8057	62,17	60,66	
12	TERUEL	ALIAGA	2	114	44017A00200114	3460	94,84	41,42	
13	TERUEL	ALIAGA	2	115	44017A00200115	14514	530,41	265,54	
14	TERUEL	ALIAGA	2	149	44017A00200149	1244161	79,5	1,45	
15	TERUEL	ALIAGA	2	151	44017A00200151	159702	314,98	196,33	
16	TERUEL	ALIAGA	2	152	44017A00200152	510640	3460,44	1734,17	
17	TERUEL	ALIAGA	2	169	44017A00200169	1101	5,87	0,04	
18	TERUEL	ALIAGA	2	10956	44017A00210066	6219	225,7	121,35	
19	TERUEL	ALIAGA	2	10105	44017A00210105	86302	43,94	4,82	
20	TERUEL	ALIAGA	2	20066	44017A00220066	3107	122,56	65,07	
21	TERUEL	ALIAGA	2	20072	44017A00220072	3450	74,07	15,72	
22	TERUEL	ALIAGA	2	20075	44017A00220075	5248	128,45	12,38	
23	TERUEL	ALIAGA	2	20080	44017A00220080	5553	55,99	5,52	
24	TERUEL	ALIAGA	12	22	44017A01200022	2316	17,75	14,65	
25	TERUEL	ALIAGA	12	25	44017A01200025	3425	264,21	126,18	
26	TERUEL	ALIAGA	12	27	44017A01200027	2346	117,2	59,34	
27	TERUEL	ALIAGA	12	31	44017A01200031	7588	386,32	193,84	

Dibujado	07/2021	MFD	P-09		GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			Hoja 4 de 6		
ID.s.Normas					
Escala:	1/10.000				Firma:
Formato	A3				MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO
	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL				Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

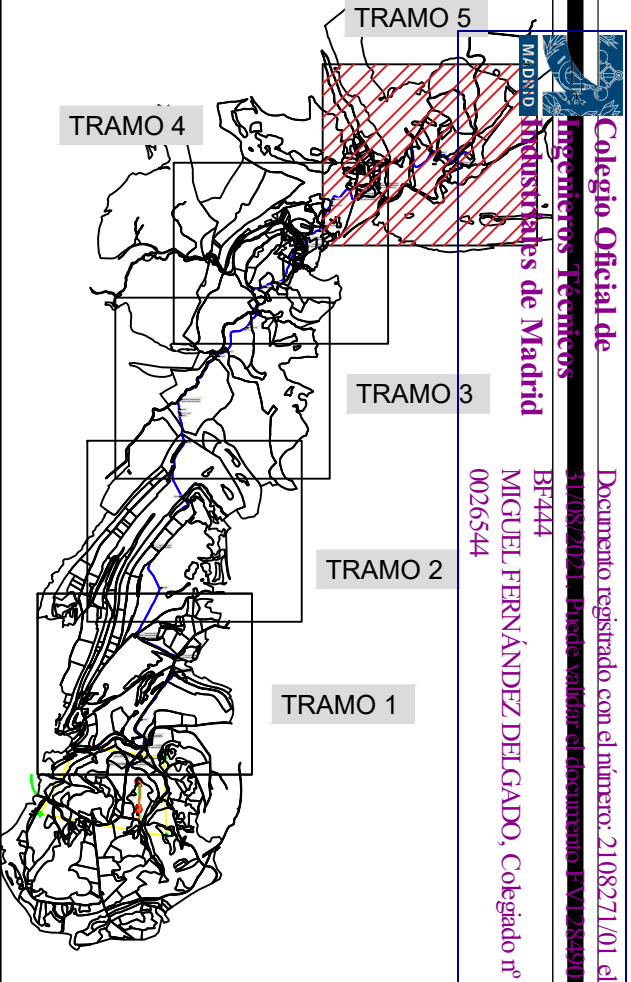
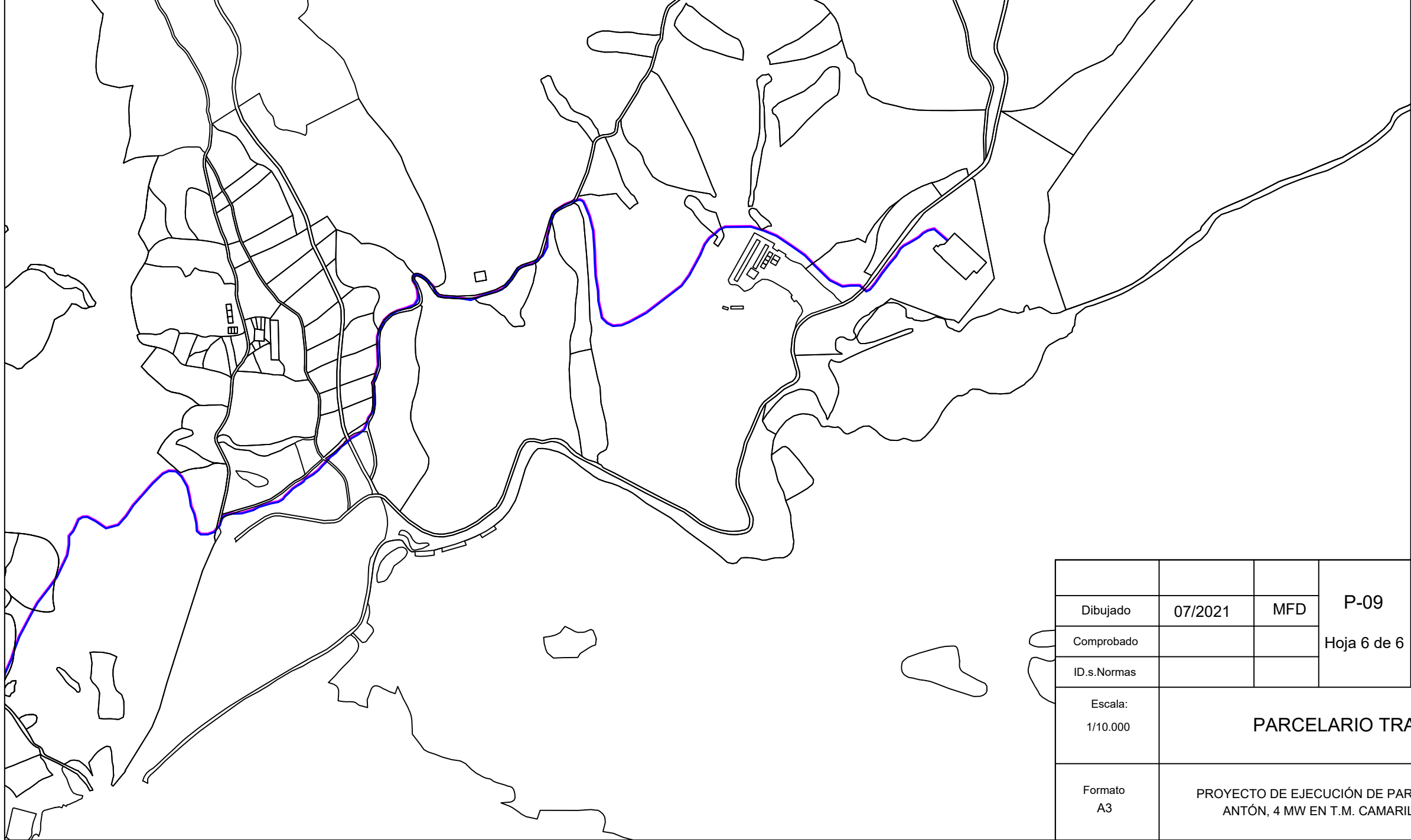
PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN-LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN								
NÚMERO AFECCIÓN	DATOS PARCELA						MEDICIÓN DE AFECCIONES	
	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Ref Catastral	Area (m²)	TEMPORAL Sup. Afectada (m²)	ZANJAS Sup. Afectada (m²)
1	TERUEL	ALIAGA	1	150	44017A00100150	9946	108,79	52,22
2	TERUEL	ALIAGA	1	157	44017A00100157	16260	341,29	165,18
3	TERUEL	ALIAGA	1	158	44017A00100158	12496	456,63	216,9
4	TERUEL	ALIAGA	1	220	44017A00100220	1633033	2907,59	1466,9
5	TERUEL	ALIAGA	1	221	44017A00100221	116763	1277,06	641,28
6	TERUEL	ALIAGA	2	64	44017A00200064	3761	178,91	118,91
7	TERUEL	ALIAGA	2	65	44017A00200065	15713	863,55	426,07
8	TERUEL	ALIAGA	2	70	44017A00200070	39392	2,01	2,01
9	TERUEL	ALIAGA	2	74	44017A00200074	3812	30,11	0,66
10	TERUEL	ALIAGA	2	83	44017A00200083	21101	425,26	134,59
11	TERUEL	ALIAGA	2	107	44017A00200107	8057	62,17	60,66
12	TERUEL	ALIAGA	2	114	44017A00200114	3450	84,84	41,42
13	TERUEL	ALIAGA	2	115	44017A00200115	14614	530,41	265,54
14	TERUEL	ALIAGA	2	149	44017A00200149	1244161	79,5	1,45
15	TERUEL	ALIAGA	2	151	44017A00200151	159702	314,98	196,33
16	TERUEL	ALIAGA	2	152	44017A00200152	510640	3460,44	1734,17
17	TERUEL	ALIAGA	2	169	44017A00200169	1101	5,87	0,04
18	TERUEL	ALIAGA	2	10066	44017A00210066	6219	225,7	121,35
19	TERUEL	ALIAGA	2	10105	44017A00210105	86302	43,94	4,82
20	TERUEL	ALIAGA	2	20066	44017A00220066	3107	122,56	65,07
21	TERUEL	ALIAGA	2	20072	44017A00220072	3450	74,07	15,72
22	TERUEL	ALIAGA	2	20075	44017A00220075	5248	128,45	12,36
23	TERUEL	ALIAGA	2	20080	44017A00220080	5553	55,99	5,52
24	TERUEL	ALIAGA	12	22	44017A01200022	2316	17,75	14,65
25	TERUEL	ALIAGA	12	25	44017A01200025	3425	264,21	126,18
26	TERUEL	ALIAGA	12	27	44017A01200027	2346	117,2	59,34
27	TERUEL	ALIAGA	12	31	44017A01200031	7588	386,32	193,84

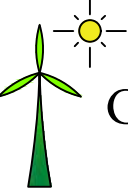


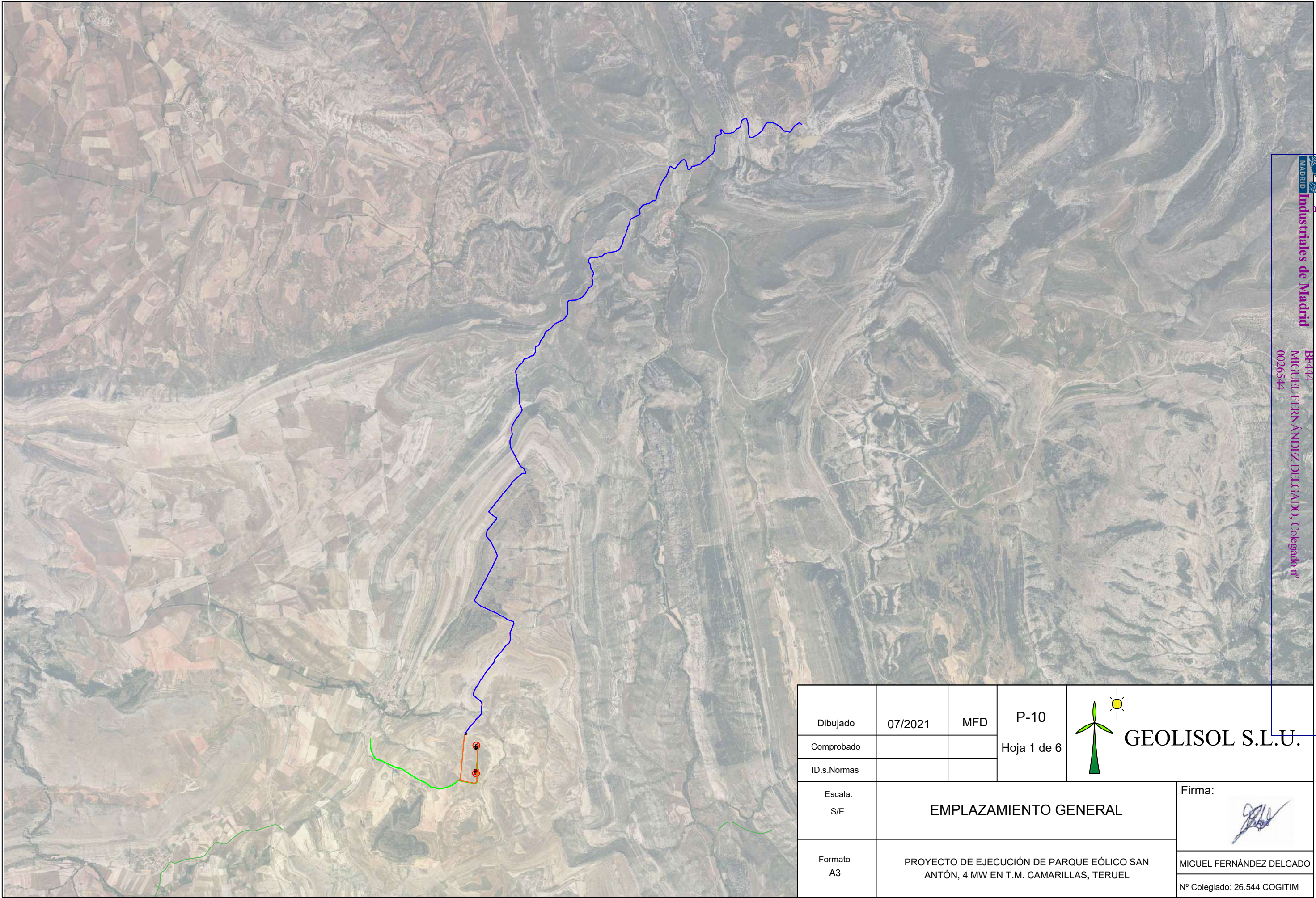
Dibujado	07/2021	MFD	P-09	 GEOLISOL S.L.U.
Comprobado			Hoja 5 de 6	
ID.s.Normas				
Escala: 1/10.000	PARCELARIO TRAMO 4			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

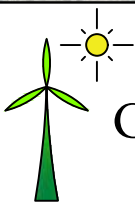
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Para validar el documento: EX7289011-BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544
VISADO

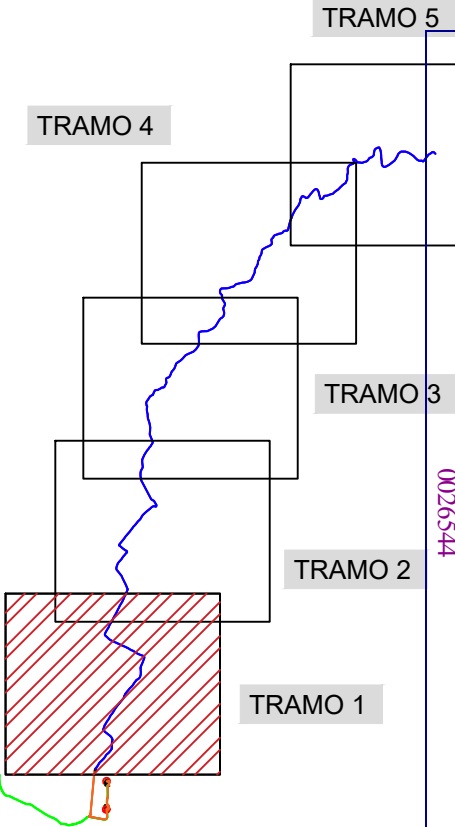
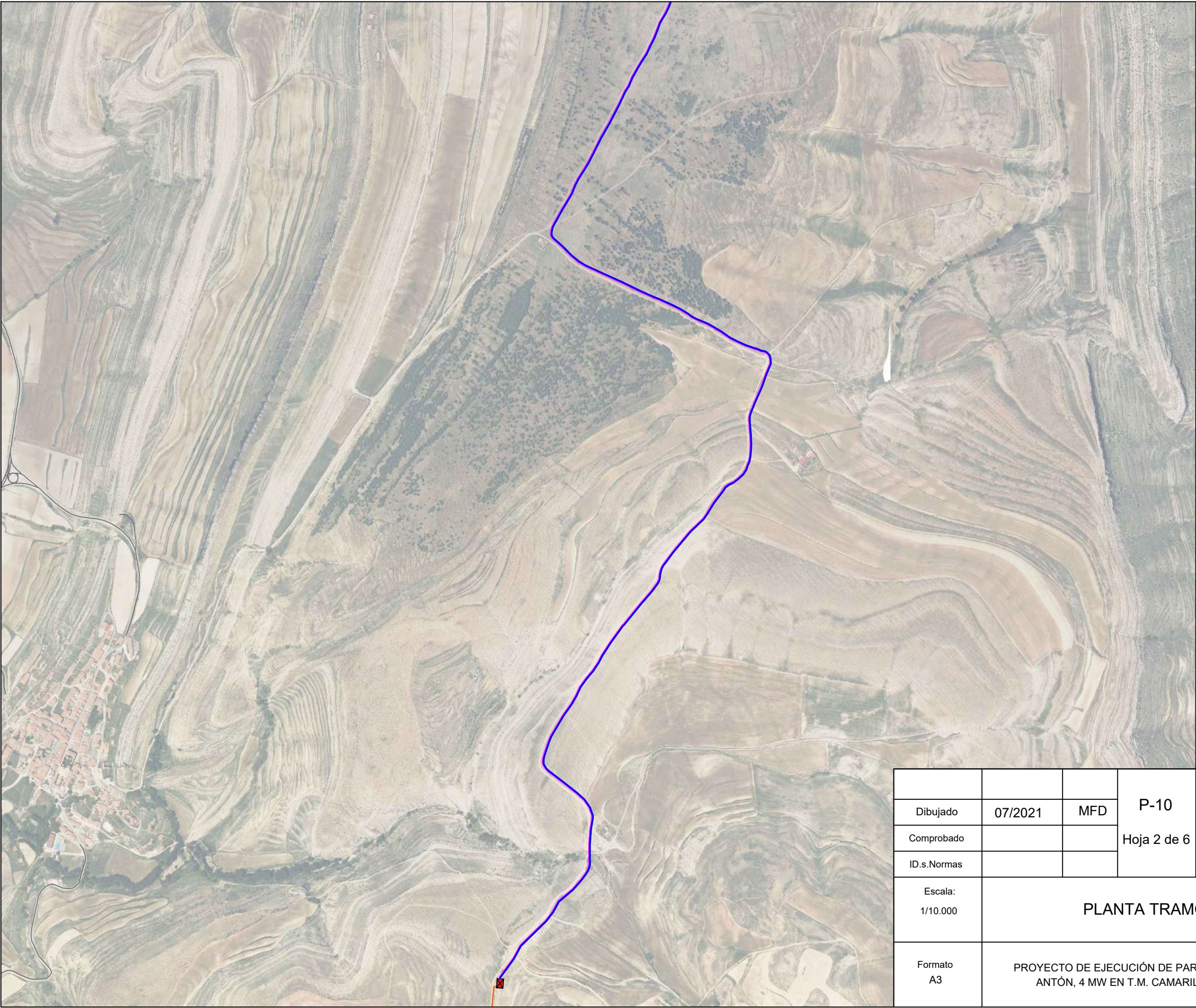
PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN-LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN								
NÚMERO AFECCIÓN	DATOS PARCELA						MEDICIÓN DE AFECCIONES	
	Provincia	Término Municipal	Polygono	Parcela	Ref. Catastral	Area (m²)	TEMPORAL Sup. Afectada (m²)	PERMANENTE Sup. Afectada (m²)
28	TERUEL	ALIAGA	12	86	44017A01200086	33195	210,8	104,65
29	TERUEL	ALIAGA	12	88	44017A01200088	548734	325,74	146,39
30	TERUEL	ALIAGA	12	89	44017A01200089	17966	855,67	428,78
31	TERUEL	ALIAGA	13	8	44017A01300008	24368	104,08	48,45
32	TERUEL	ALIAGA	13	9	44017A01300009	1451	160,35	94,4
33	TERUEL	ALIAGA	13	10	44017A01300010	8287	460,75	217,77
34	TERUEL	ALIAGA	13	14	44017A01300014	4248	271,61	136,17
35	TERUEL	ALIAGA	13	16	44017A01300016	28220	940,91	472,96
36	TERUEL	ALIAGA	13	17	44017A01300017	42312	855,22	431,92
37	TERUEL	ALIAGA	13	18	44017A01300018	7724	208,71	107,54
38	TERUEL	ALIAGA	13	105	44017A01300105	245881	2575,73	1285,97
39	TERUEL	ALIAGA	13	107	44017A01300107	532041	4886,3	2535,93
40	TERUEL	ALIAGA	13	114	44017A01300114	843009	887,11	447,25
41	TERUEL	ALIAGA	13	128	44017A01300128	162090	886,13	439,99
42	TERUEL	ALIAGA	13	130	44017A01300130	484947	339,63	165,68
43	TERUEL	ALIAGA	13	10129	44017A01310129	1247375	559,35	283,94
44	TERUEL	ALIAGA			6256901XL9066N	60327	1035,36	517,84
45	TERUEL	ALIAGA			6256902XL9066N	5815	0,62	0,36
46	TERUEL	ALIAGA	1	9001	44017A00109001	25311	36,04	17,78
47	TERUEL	ALIAGA	1	9003	44017A00109003	7587	32,93	16,48
48	TERUEL	ALIAGA	1	9010	44017A00109010	13017	60,46	23,74
49	TERUEL	ALIAGA	2	9002	44017A00209002	39396	24,02	12,01
50	TERUEL	ALIAGA	2	9007	44017A00209007	18170	2472,71	1403,84
51	TERUEL	ALIAGA	2	9008	44017A00209008	5527	154,5	54,46
52	TERUEL	ALIAGA	2	9012	44017A00209012	16573	29,13	14,56
53	TERUEL	ALIAGA	12	9003	44017A01209003	48781	338,63	137,54
54	TERUEL	ALIAGA	12	9005	44017A01209005	42823	87,1	43,48



			P-09		GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 6 de 6		
Comprobado					
ID.s.Normas					
Escala: 1/10.000	PARCELARIO TRAMO 5				Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL				MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



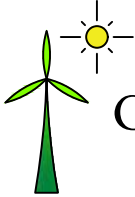
			P-10	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 1 de 6	
Comprobado				
ID.s.Normas				
Escala: S/E	EMPLAZAMIENTO GENERAL			Firma: 
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS, TERUEL			MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS DE MADRID
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº 0026544

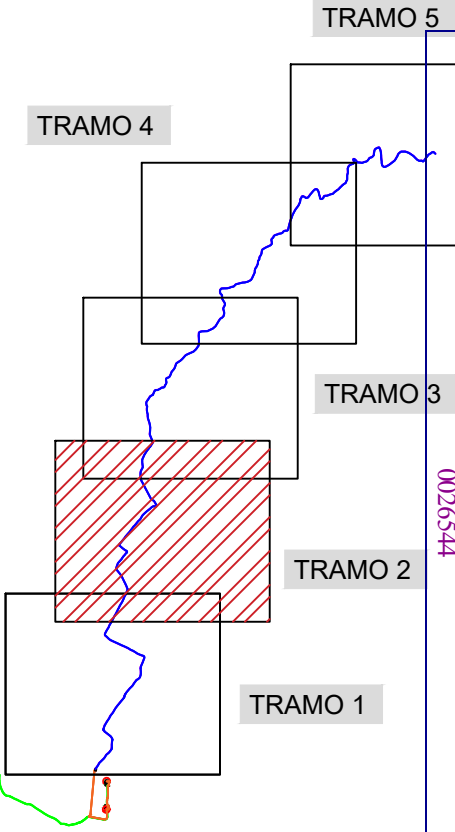
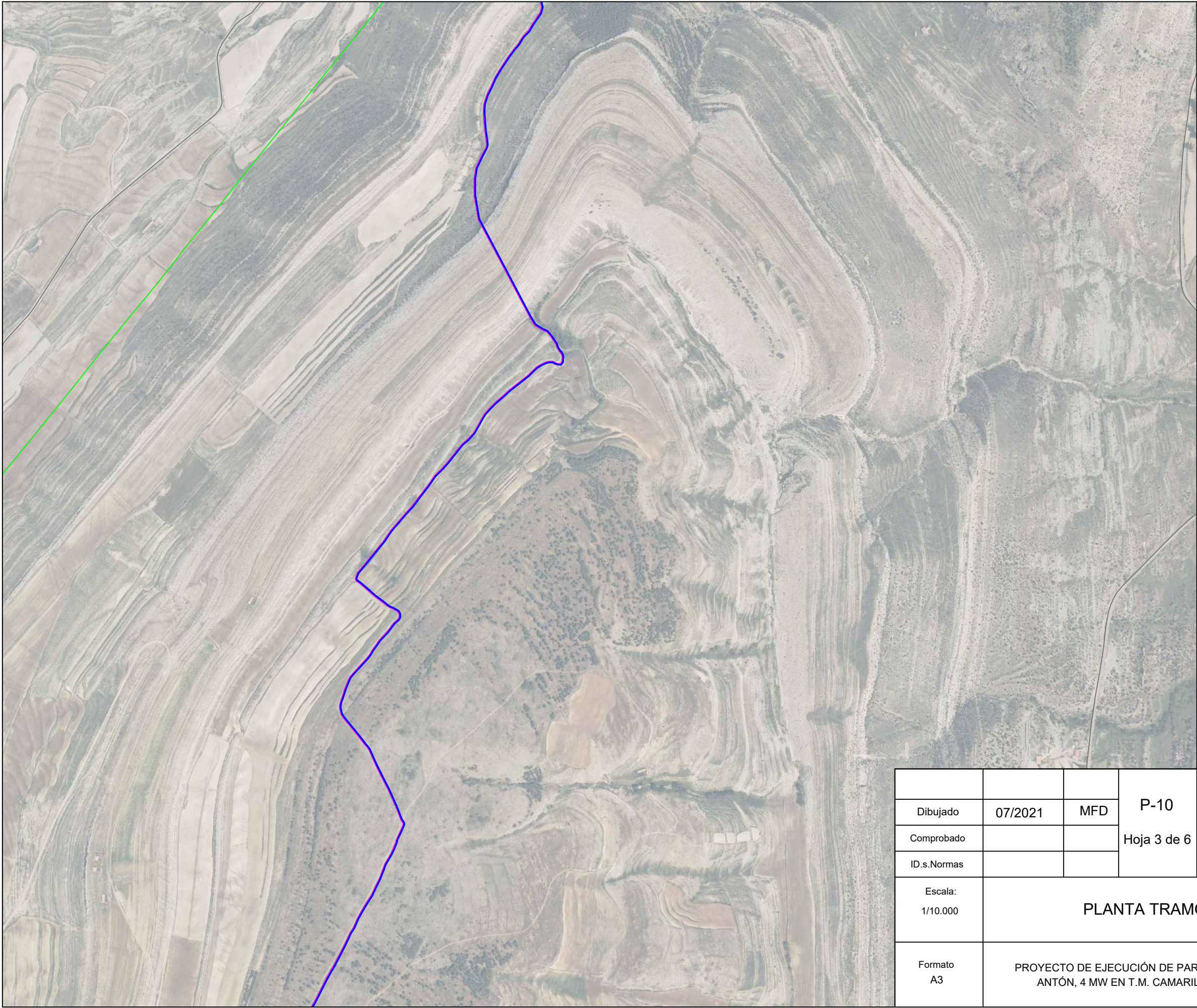
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validar el documento EX1289011
VISADO

			P-10
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 2 de 6
Comprobado			
ID.s.Normas			

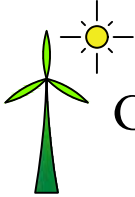


GEOLISOL S.L.U.

Escala: 1/10.000	PLANTA TRAMO 1	Firma: 
Formato A3		MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM



			P-10
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 3 de 6
Comprobado			
ID.s.Normas			

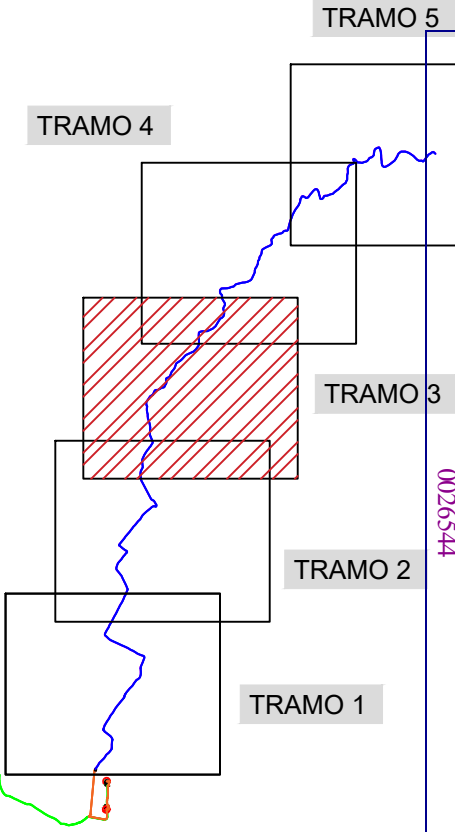
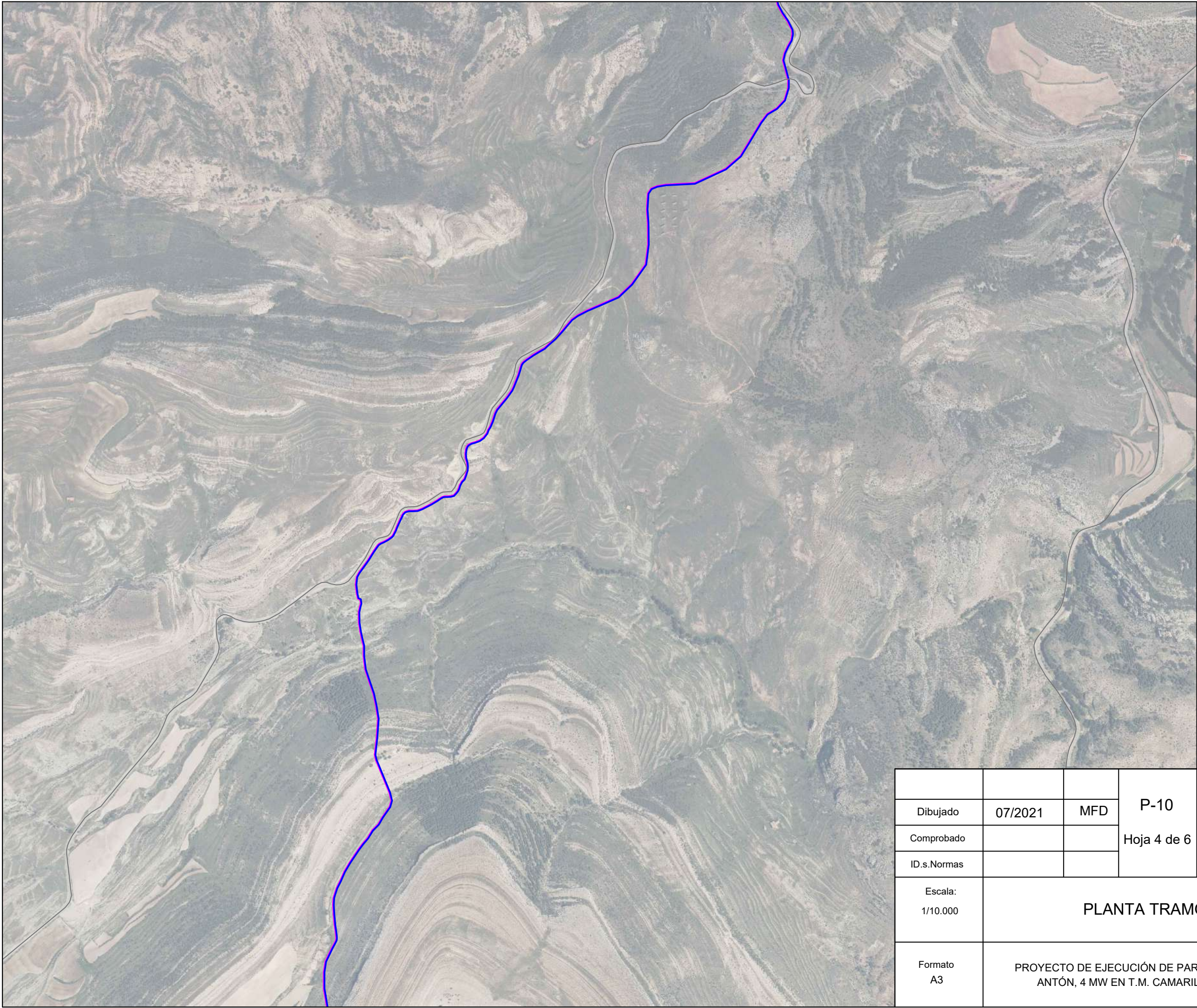


GEOLISOL S.L.U.

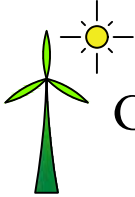
Escala: 1/10.000	PLANTA TRAMO 2	Firma: 
Formato A3		MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Madrid
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día 31/08/2021. Puede validarse el documento con el código: 2108271/01-0026544

VISADO



			P-10
Dibujado	07/2021	MFD	Hoja 4 de 6
Comprobado			
ID.s.Normas			

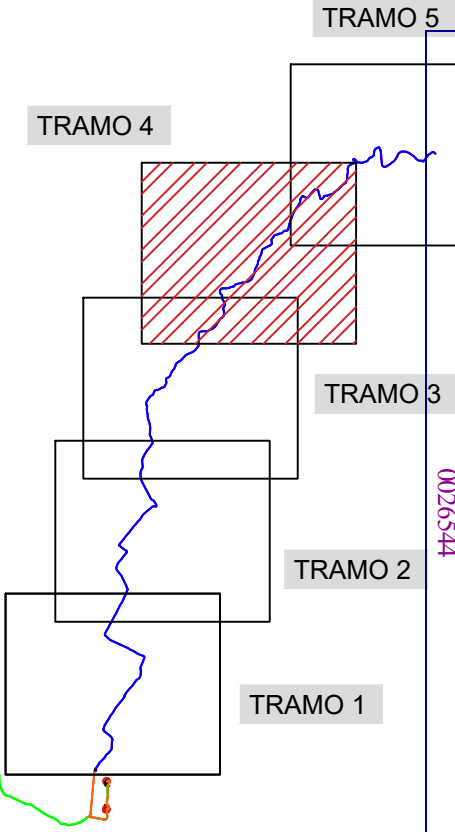
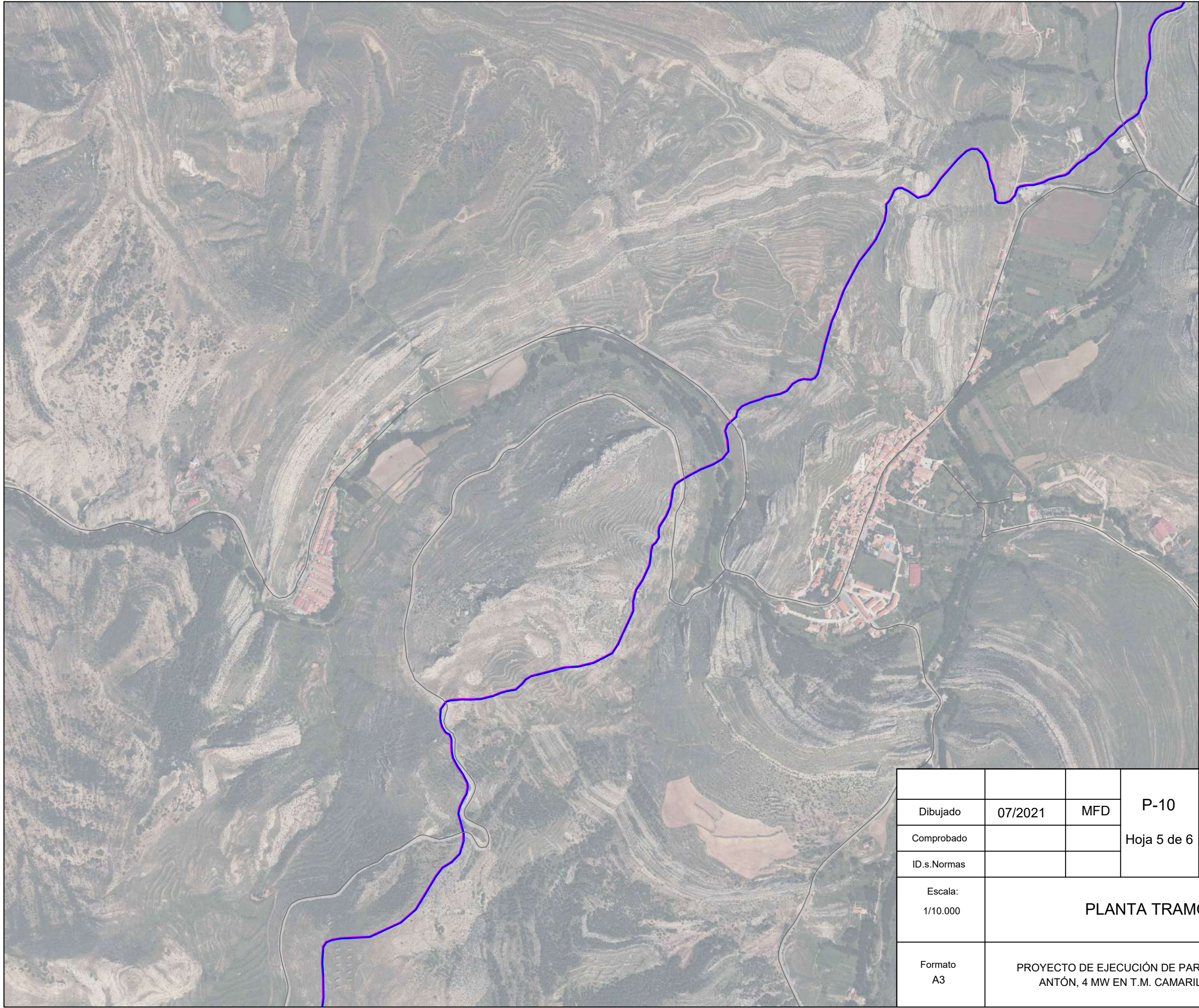


GEOLISOL S.L.U.

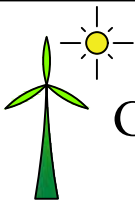
Escala: 1/10.000	PLANTA TRAMO 3	Firma: 
Formato A3		MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO Nº Colegiado: 26.544 COGITIM

Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
de Madrid
Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede validar el documento en: 1571289011
BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



			P-10 Hoja 5 de 6
Dibujado	07/2021	MFD	
Comprobado			
ID.s.Normas			
Escala: 1/10.000	PLANTA TRAMO 4		
Formato A3	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO SAN ANTÓN, 4 MW EN T.M. CAMARILLAS		



GEOLISOL S.L.U.

Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
MADRID

Documento registrado con el número: 2108271/01 el día
31/08/2021. Puede verse el documento en el
BOE nº 2089011-0026544

BF444
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO, Colegiado nº
0026544

VISADO



Firma:	
MIGUEL FERNÁNDEZ DELGADO	
Nº Colegiado: 26.544 COGITIM	