

Este documento es copia del original firmado.

Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.



GREENFIELD

BORRADOR DEL PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS



PROYECTOS DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EL ÁRBOL Y LA ESPIGA Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN COMÚN

(PFot-812 AC)

BLOQUE III.

DOCUMENTACIÓN NORMATIVA
VOLUMEN 1. MEMORIA DE EJECUCIÓN DE LA
INFRAESTRUCTURA PROPUESTA
EQUIPO REDACTOR

OCTUBRE 2022

ÍNDICE

ÍNDICE

1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS	1
1.1	Objetivos, justificación, conveniencia y oportunidad de la redacción del Plan Especial	1
1.2	Marco normativo.....	2
1.3	Descripción y características de las infraestructuras	6
1.4	Zona de afección	88
1.5	Reglamentos, normas y especificaciones del proyecto	97
1.6	Replanteo	105
1.7	Construcción y montaje	110
1.8	Régimen de explotación y prestación del servicio	112
2.	PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO	113
2.1	Plazos de ejecución	113
2.2	Valoración de las obras	114
2.3	Estimación de los gastos (obtención del suelo,)	117
2.4	Estimación total de costes del Plan Especial	117
2.5	Sistema de ejecución y financiación.....	117
3.	MEMORIA DE IMPACTO NORMATIVO	117
3.1	Impacto por razón de género, orientación sexual y en la infancia y la adolescencia	117
3.2	Justificación de cumplimiento sobre accesibilidad universal.....	118
4.	EQUIPO REDACTOR.....	119

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

1.1 Objetivos, justificación, conveniencia y oportunidad de la redacción del Plan Especial

Las sociedades 32 INSTALACIÓN SOLAR MAZARRÓN, S.L. Y 9 INSTALACIÓN SOLAR MAZARRÓN, S.L. se constituyen en 2021 con el objeto de realizar estudios, redacción, dirección y ejecución de proyectos de generación de energía solar fotovoltaica de origen renovable.

Actualmente, estas sociedades están promoviendo los proyectos de instalaciones fotovoltaicas situados en las Comunidades Autónomas de Castilla-La Mancha y Comunidad de Madrid, y que denominamos **PROYECTOS DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EL ÁRBOL Y LA ESPIGA Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN COMÚN**. Dentro del alcance del Plan Especial de Infraestructuras se incluyen las instalaciones localizadas en la Comunidad Autónoma de Madrid.

1.1.1 Objetivos

Conforme a los artículos 122 y 123 del 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, se ha presentado ante la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, como órgano sustantivo que tiene las competencias exclusivas para la autorización del proyecto de producción/generación de energía fotovoltaica con sus instalaciones de conexión descrito en el apartado de antecedentes, la documentación legalmente exigida para la obtención de la correspondiente Autorización Administrativa Previa, en el que se ha incluido el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.

Del mismo modo y a los efectos de la ocupación de los terrenos para la construcción de los elementos necesarios para la infraestructura eléctrica objeto del presente Plan, la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico permite solicitar ante el órgano sustantivo para la autorización del proyecto la declaración de utilidad pública a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso, todo ello conforme se establece en los artículos 54 a 60 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y 140 y siguientes del Real Decreto 1955/2000, por lo que no es objeto del presente Plan Especial de infraestructuras la solicitud y declaración de la utilidad pública del presente proyecto de producción/generación de energía fotovoltaica con sus instalaciones de conexión.

Por tanto, el presente Plan Especial de Infraestructuras tiene como objetivo principal y se redacta para compatibilizar soluciones entre la normativa urbanística vigente en el ámbito de la implantación del proyecto, en este caso, en los municipios de **Ciempozuelos, Valdemoro y Torrejón de Velasco**, a fin de legitimar la infraestructura proyectada sobre la clasificación y calificación actual de los suelos por donde discurre, adaptar el mismo, en su caso, a las determinaciones que impongan los organismos afectados, así como cumplir con la normativa de aplicación de estos proyectos conforme establece el artículo 50 y siguientes de la Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid.

1.1.2 Justificación, conveniencia y oportunidad

La justificación de este PEI es la definición de los elementos de una nueva red de infraestructura energética de carácter público y el establecimiento de las condiciones urbanísticas de ordenación pormenorizada que legitimen su posterior ejecución, independientemente de la clasificación y calificación de los suelos por donde discurre determinada por el planeamiento general de cada municipio conforme a lo establecido en los artículos 25.a y 29.2 de la Ley del Suelo de la Comunidad de Madrid, con los requerimientos ambientales derivados de una evaluación ambiental previa y con

las condiciones y normativa técnica de aplicación a los elementos de la propia infraestructura recogidos, todos ellos, dentro de la presente normativa.

La conveniencia y oportunidad del presente Plan Especial, se justifica por los siguientes motivos.

A) Por adecuación al ordenamiento jurídico en materia urbanística: En concreto por la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid (LSCM), artículo 50 y siguientes, según lo manifestado anteriormente.

B) Por adecuación, asimismo con el Reglamento de Planeamiento.

C) Por conveniencia para el caso de actuaciones compuestas por diversos proyectos técnicos, como el que nos ocupa, mediante un documento urbanístico **unificado** que permite aunar un conjunto de elementos, definirlos y analizarlos como infraestructura común.

D) Por una mayor adecuación de su tramitación urbanística para el caso de infraestructuras de implantación supramunicipal, como también es el caso, donde resulta indispensable un instrumento homogeneizador de las determinaciones de ordenación sobre el planeamiento general existente en cada municipio frente a las limitaciones de aplicar diferentes procedimientos de calificación urbanística común para la autorización de esos usos.

E) Por permitir también su gestión urbanística **como actuación aislada** (Art. 79.3.a) de la LSCM)

F) Por la mayor calidad de la evaluación ambiental del conjunto de proyectos, al permitir una evaluación de tipo estratégico que evalúe globalmente las alternativas de conjunto y los efectos ambientales sinérgicos de los diferentes proyectos, tanto directos como indirectos, de modo coordinado con la evaluación ambiental ordinaria de los proyectos técnicos que componen el plan. Además, esta evaluación viene determinada y reglada por una ley estatal, Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, que garantiza un tratamiento homogéneo en todo el territorio nacional.

1.2 Marco normativo

Distinguiremos tres tipos de legislación, la legislación urbanística de referencia para el Plan Especial de Infraestructuras como documento de planeamiento, la legislación ambiental en relación al necesario procedimiento de evaluación ambiental estratégica del propio plan y evaluación de impacto ambiental de los proyectos que se desarrollen a su amparo y la referente a la ordenación legal y técnica de la propia infraestructura.

1.2.1 Legislación urbanística

Se cita sólo la de interés directo para este Plan Especial:

- Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de planeamiento para el desarrollo y aplicación de la ley sobre régimen del suelo y ordenación urbana.
- Decreto 131/1997, de 16 de octubre, por el que se fijan los requisitos que han de cumplir las actuaciones urbanísticas en relación con las infraestructuras eléctricas.
- Ley 9/1995, de 28 de marzo, de Medidas de Política Territorial, Suelo y Urbanismo.

Se cita sólo la de interés directo para este Plan Especial:

- Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de planeamiento para el desarrollo y aplicación de la ley sobre régimen del suelo y ordenación urbana.

- Decreto 131/1997, de 16 de octubre, por el que se fijan los requisitos que han de cumplir las actuaciones urbanísticas en relación con las infraestructuras eléctricas.
- Ley 9/1995, de 28 de marzo, de Medidas de Política Territorial, Suelo y Urbanismo.
- Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid.
- Ley 14/2001, de 26 de diciembre [BOCM 28 de diciembre de 2001], de Medidas Fiscales y Administrativas.
- Ley 9/2003, de 26 de marzo del régimen sancionador en materia de viviendas protegidas de la Comunidad de Madrid. (BOCM 3 de abril de 2003).
- Ley 2/2004, de 31 de mayo de medidas Fiscales y Administrativas. (BOCM 1 de junio de 2004).
- Ley 2/2005, de 12 de abril, de modificación de la Ley 9/2001, del Suelo de la Comunidad de Madrid (BOCM 13 de abril de 2005).
- Ley 4/2006, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas (BOCM 29 de diciembre de 2006).
- Ley 3/2007, de 26 de julio, de Medidas Urgentes de Modernización del Gobierno y la Administración de la Comunidad de Madrid. (BOCM 30 de julio de 2007).
- Ley 7/2007, de 21 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas (BOCM 28 de diciembre de 2007).
- Ley 3/2008, de 29 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas (BOCM 30 de diciembre de 2008).
- Ley 10/2009, de 23 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas. (BOCM 29 de diciembre de 2009).
- Ley 9/2010, de 23 de diciembre, Medidas Fiscales, Administrativas y Racionalización del Sector Público. (BOCM 29 de diciembre de 2010).
- Ley 6/2011, de 28 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas. (BOCM 29 de diciembre de 2011).
- Ley 6/2013, de 23 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas (BOCM 30 de diciembre de 2013).
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo y rehabilitación urbana.

Además de las citadas normas, son de aplicación en el PEI las diferentes figuras de planeamiento urbanístico general en vigor en cada municipio afectado, que se relacionan en el apartado 1.5 *“Planeamiento vigente afectado por el Plan Especial (clasificación y calificación del suelo afectado)”* del Volumen 1, *“Memoria de Información”* de la Documentación Informativa.

1.2.2 Legislación ambiental

Nos limitamos a mencionar la legislación general sin perjuicio de la existencia de normativa sectorial sobre diversas variables ambientales.

- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, con sus modificaciones posteriores.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Orden 2690/2006, de 28 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la comunidad de Madrid.
- Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 263/2002, de 22 de febrero, por el que se establecen las medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión, con objeto de proteger la avifauna.
- Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.

1.2.3 Legislación y normativa del sector eléctrico

Se cita la normativa eléctrica básica del Estado, remitiendo a los capítulos de reglamentación y normativa de los proyectos eléctricos que el PEI abarca para una referencia más detallada sobre normativa eléctrica y de construcción:

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el 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 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, que tiene por objeto establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las necesidades de los consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida de Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección frente a las emisiones radioeléctricas”.
- 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.
- Decreto 5/1999, de 2 de febrero, por el que se establecen normas para las instalaciones eléctricas aéreas en alta tensión y líneas aéreas en baja tensión con fines de protección de la avifauna.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas DIN, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Cualquier otra ley, norma o reglamento señalado al efecto por las autoridades locales o nacionales competentes.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

1.2.4 Otra legislación y normativa

Se cita la normativa sectorial principal que es de aplicación al Plan Especial:

- Ley 38/2015, de fecha 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, (BOE 30-09-2015).

- Real Decreto 2387/2004, de fecha 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario (BOE 1-12-2004).
- Real Decreto 929/2020, de fecha 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad Ferroviarias (BOE 29-10-2020).
- Ley 3/1991, de 7 de marzo, de Carreteras de la Comunidad de Madrid.
- Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.

1.3 Descripción y características de las infraestructuras

La infraestructura objeto del presente Plan Especial son las instalaciones de los **PROYECTOS DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EL ÁRBOL Y LA ESPIGA Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN COMÚN** ubicadas en la Comunidad Autónoma de Madrid, estando formada por los siguientes elementos de nueva generación:

1. Plantas solares fotovoltaicas:

- **Planta solar fotovoltaica “El Árbol” – Zona Ciempozuelos**, ubicada en el término municipal de Ciempozuelos. El proyecto consiste en el diseño, instalación y explotación de la planta solar fotovoltaica cuya potencia generada en esta zona evacuará por medio del Centro de Seccionamiento “Ciempozuelos” 30kV. La superficie de la planta solar en esta ubicación es de 20,18 hectáreas. Las Zonas de Cobeja y Borox de esta planta solar fotovoltaica no están incluidas en el alcance del presente Plan Especial al estar situadas en la Comunidad de Castilla-La Mancha.
- **Planta solar fotovoltaica “La Espiga” – Zona Ciempozuelos**, ubicada en el término municipal de Ciempozuelos. El proyecto consiste en el diseño, instalación y explotación de la planta solar fotovoltaica cuya potencia generada en esta zona evacuará por medio del Centro de Seccionamiento “Ciempozuelos” 30kV. La superficie de la planta solar en esta ubicación es de 15,05 hectáreas. Las Zonas de Cobeja y Borox de esta planta solar fotovoltaica no están incluidas en el alcance del presente Plan Especial al estar situadas en la Comunidad de Castilla-La Mancha.

2. Centros de Seccionamiento:

- **Centro de Seccionamiento “Ciempozuelos” 30kV**. Esta instalación se ubica en el término municipal de Ciempozuelos.

3. Subestación SET “Mazarrón” 30/220kV: Esta instalación se ubica en el término municipal de Torrejón de Velasco.

4. Línea subterránea de evacuación 30kV.

- **“Tramo 3 - Zona Cobeja + Borox”**. En este tramo de la línea subterránea se unifican los tramos anteriores (“Tramo 1 – Zona de Cobeja” y “Tramo 2 – Zona de Borox”) y continúa en subterráneo en 2 circuitos recorriendo 15,77 km hasta la subestación SET “Mazarrón” 30/220kV, atravesando los términos municipales de Illescas y Torrejón de Velasco. El tramo que atraviesa Illescas no está incluido en el alcance del presente Plan Especial al estar situado en la provincia de Toledo, Comunidad de

Castilla-La Mancha. El tramo que atraviesa Torrejón de Velasco, recorre 6,32 km y está **incluido en el alcance del presente Plan Especial al estar situado en la Comunidad Autónoma de Madrid.**

- **“Tramo 4 – Zona de Ciempozuelos”**. Este tramo de la línea subterránea tiene su origen en la implantación de la planta solar fotovoltaica “El Árbol” en la Zona Ciempozuelos en un circuito hasta la entrada Centro de Seccionamiento “Ciempozuelos” 30kV; de manera análoga, otro circuito parte de la implantación de la planta solar fotovoltaica “La Espiga” en la Zona Ciempozuelos hasta su entrada en el citado Centro de Seccionamiento. A su salida del Centro de Seccionamiento continúa en un único circuito en subterráneo, recorriendo 14,28 km hasta la subestación SET “Mazarrón” 30/220kV. Este tramo atraviesa los municipios de Ciempozuelos, Valdemoro y Torrejón de Velasco, por lo que **su totalidad está incluida en el alcance del presente Plan Especial al estar situado en la Comunidad Autónoma de Madrid.**

Los tramos **“Tramo 1 - Zona de Cobeja”** y **“Tramo 2 - Zona de Borox”** no están incluidos en el alcance del presente Plan Especial al localizarse en la Comunidad de Castilla-La Mancha.

5. **Línea Aérea de Alta Tensión 220kV S/C “SET MAZARRÓN – SE TORREJÓN DE VELASCO 220KV”** (en adelante **Instalación de enlace**). Esta línea tiene su origen en el pórtico de la subestación SET “Mazarrón” 30/220kV y recorre en un único circuito en aéreo 60 metros hasta el pórtico de una nueva posición planificada en la futura subestación “Torrejón de Velasco 220kV”, propiedad de REE. Esta línea atraviesa el municipio de Torrejón de Velasco.

1.3.1 Planta solar fotovoltaica “El Árbol” – Zona Ciempozuelos

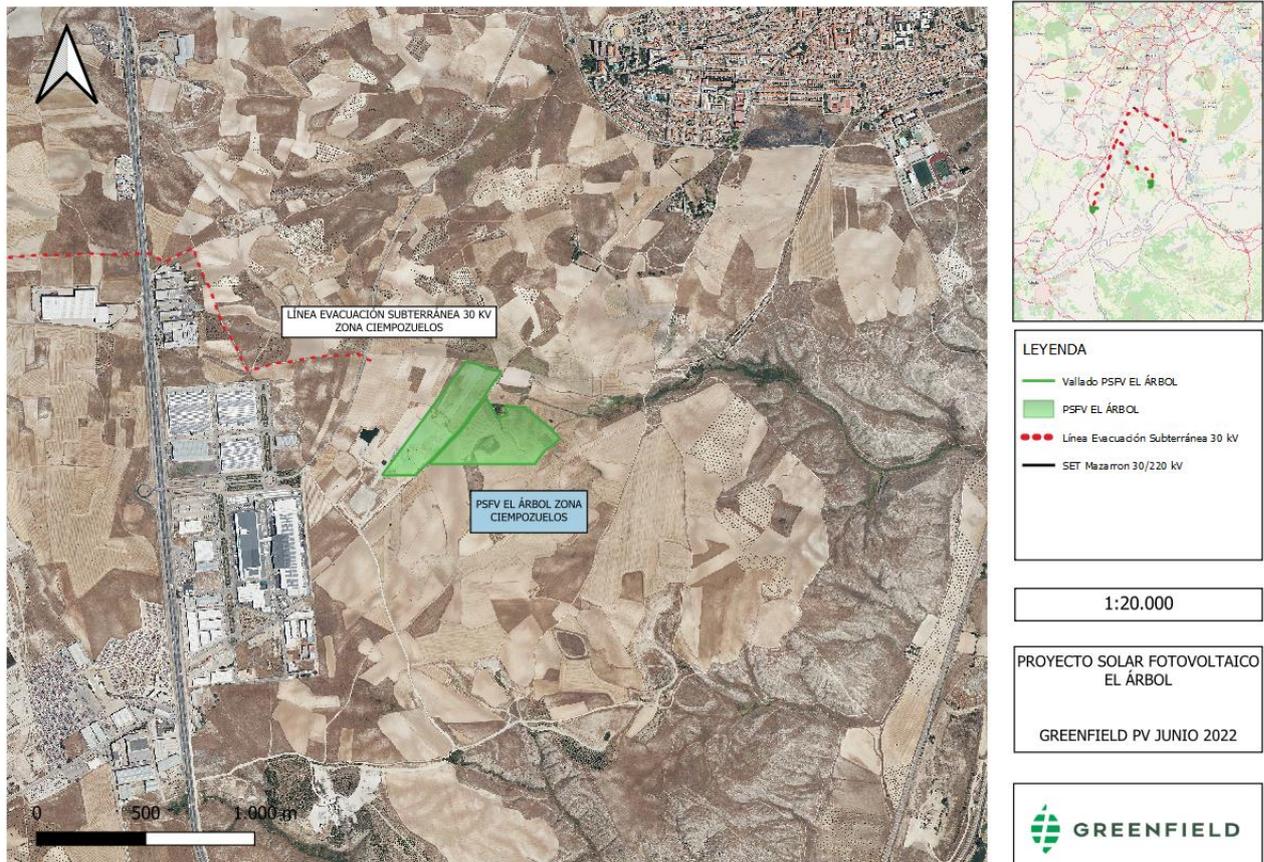


Imagen 1. Localización de la planta solar fotovoltaica “El Árbol” - Zona Ciempozuelos.

El sistema solar fotovoltaico propuesto se divide en los siguientes subsistemas para el estudio del presente documento:

- Generador fotovoltaico
- Estructura soporte
- Instalación eléctrica CC
- Inversor solar
- Cabina de transformación
- Instalación eléctrica CA. Red MT
- Puesta a tierra
- Obra Civil
- Vallado y sistema de seguridad
- Monitorización y control
- Edificio de Operación y Mantenimiento (O&M). Almacén
- Instalación de trabajo temporal

La planta fotovoltaica, de 42,6 MW de potencia nominal en el Punto de Interconexión (POI) y 48,6 MW de potencia instalada, posee las características generales descritas en la siguiente tabla:

Superficie total de la planta	213,17 ha
Superficie total ocupada por los módulos	23,19 ha
Longitud de viales interiores	7.377,78 m
Longitud de vallado perimetral	25.198,90 m
Longitud de la línea subterránea de 30 kV	57.842 m aprox.
Accesos a la planta	15

Tabla 1. Características generales de la instalación y su emplazamiento.

1.3.2 Planta solar fotovoltaica “La Espiga” – Zona Ciempozuelos

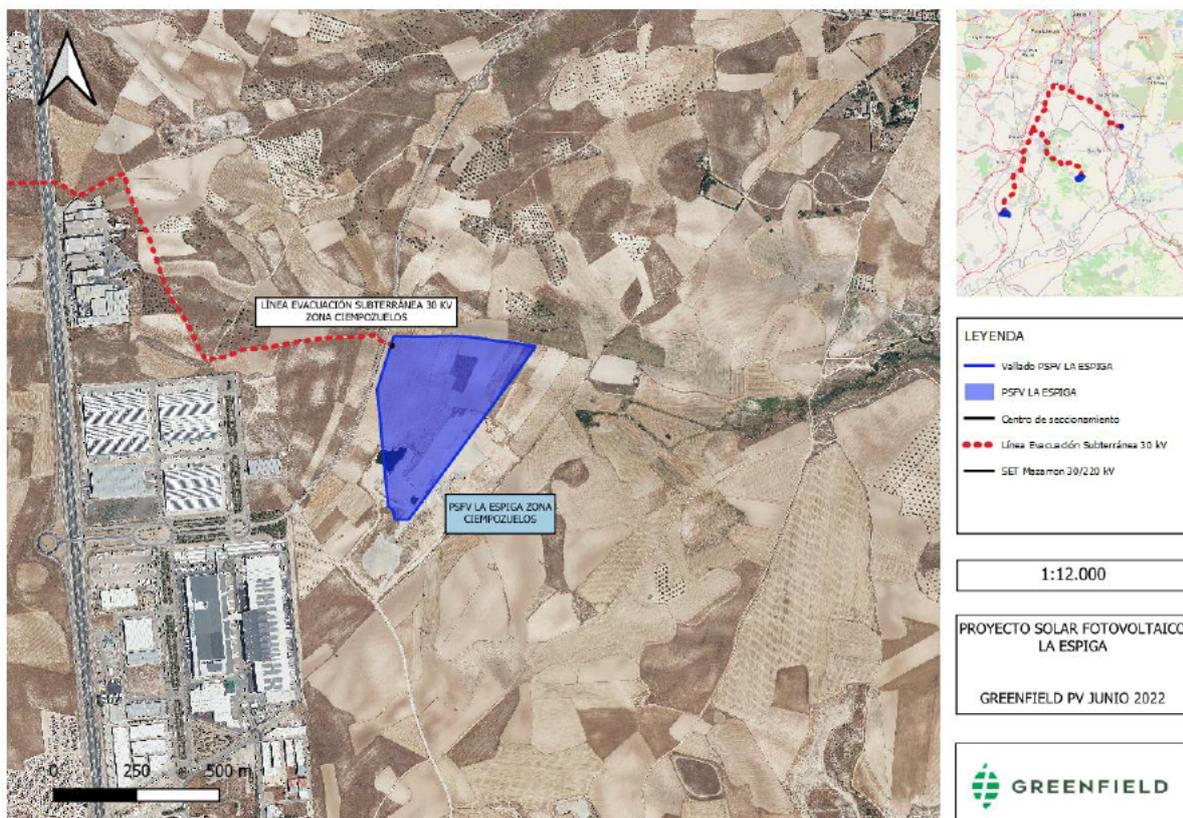


Imagen 2. Localización de la Planta Solar Fotovoltaica “La Espiga” Zona Ciempozuelos.

El sistema solar fotovoltaico propuesto se divide en los siguientes subsistemas para el estudio del presente documento:

- Generador fotovoltaico
- Estructura soporte
- Instalación eléctrica CC
- Inversor solar
- Cabina de transformación

- Instalación eléctrica CA. Red MT
- Puesta a tierra
- Obra Civil
- Vallado y sistema de seguridad
- Monitorización y control
- Edificio de Operación y Mantenimiento (O&M). Almacén
- Instalación de trabajo temporal

La planta fotovoltaica, de 42,6 MW de potencia nominal en el Punto de Interconexión (POI) y 48,6 MW de potencia instalada, posee las características generales descritas en la siguiente tabla:

Superficie total de la planta	202,26 ha
Superficie total ocupada por los módulos	23,19 ha
Longitud de viales interiores	6.224,81 m
Longitud de vallado perimetral	18.531,58 m
Longitud de la línea subterránea de 30 kV	57.842 m aprox.
Accesos a la planta	8

Tabla 2. Características generales de la instalación y su emplazamiento.

1.3.3 Características de las plantas solares fotovoltaicas “El Árbol” y “La Espiga” – Zona Ciempozuelos

1.3.3.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO

La energía fotovoltaica utiliza parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad.

El generador fotovoltaico es el dispositivo encargado de transformar la radiación solar en electricidad. Está constituido por una asociación serie-paralelo de módulos que, a su vez, son el resultado de una agrupación serie-paralelo de células solares.

Las células están formadas por materiales semiconductores como el silicio. Al incidir la luz del sol sobre la superficie de la célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del material semiconductor, para así poder circular dentro del sólido.

La energía fotovoltaica es producto de la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta transformación se produce en unos elementos denominados módulos fotovoltaicos. En las células fotovoltaicas que conforman dichos paneles, la radiación solar excita los electrones de un elemento semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener tensiones mayores que generarán intensidades dependiendo de la resistencia que se le oponga.

La instalación se diseñará para un dimensionamiento óptimo, con lo que se consigue maximizar el rendimiento energético y minimizar el tiempo de amortización.

Características Generales

El generador fotovoltaico estará formado por 74.640 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino capaces de entregar una potencia de 670 Wp en condiciones estándar y con una eficiencia de alrededor del 21,6 %, fijados a una estructura móvil con una inclinación variable de los módulos.

El módulo fotovoltaico para el diseño de las plantas se ha elegido de acuerdo con las siguientes características:

- Tecnología bifacial.
- 132 células.
- Última generación.
- Degradación lineal.
- Resistente al PID.
- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EM-61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por un laboratorio reconocido, lo cual se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente, cumpliendo con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como con las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).
- Certificados según las normas: IEC 61.215 (Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación) y IEC 61.730 (Cualificación de la seguridad eléctrica de los módulos)
- Tolerancia positiva
- Fabricante primer nivel. Fabricado en plantas homologadas con ISO 9001 y ISO 14001.

Módulo fotovoltaico

En la siguiente tabla se resumen las características generales tipo para un módulo de referencia:

MÓDULO FOTOVOLTAICO	
Condiciones STC	
Fabricante	TRINA SOLAR o similar
Modelo	TSM-DEG21C.20
Tecnología	Bifacial
Nº Células	132
Potencia Módulo	670 Wp
Vmp Módulo	38,5 V
Imp Módulo	17,43 A
Voc	46,3 V
Isc Módulo	18,55 A
Vmax sistema	1.500 V
dPmax/dT	-0,340 %/°C
dVoc/dT	-0,250 %/°C
dIsc/dT	0,040 %/°C
TONC	43,0°C

Tabla 3. Características generales del módulo de referencia.

(*) Condiciones Estándar de Medida (STC) son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente: Irradiancia solar: 1000 W/m², Distribución espectral: AM 1,5G y Temperatura de célula: 25 °C

Cada serie dará una corriente diferente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas, y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

1.3.3.2 ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte es el elemento mecánico que sujeta los módulos fotovoltaicos para instalarlos sobre el terreno. Tiene las funciones principales de servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos, así como proporcionarles la inclinación y orientación adecuadas, con el objetivo de obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente.

En el caso de la planta fotovoltaica, se plantea el montaje de una estructura con seguimiento solar. Un tracker de eje horizontal que proporcionan un rango de seguimiento de ± 55°.

La estructura metálica cuenta con las siguientes características:

- Estructura de acero conformado en frío calidad S-275 o S355
- Tratamiento superficial de la superficie de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión de acuerdo a la Norma EN ISO 1.461:2009 o ASTM A123/A123M-15
- Sin soldaduras o cortes a realizar en destino. 100% de las uniones son con tornillería galvanizada acorde a la Norma UNE-EN-ISO 1461
- Tornillería del módulo: acero inoxidable.
- Elemento aislante se puede incluir entre el marco de aluminio del panel y la estructura galvanizada con el fin de asegurar que no se produzca la corrosión galvánica.
- Se deben realizar Pull-Out Test para definir la profundidad de hincado.
- La estructura metálica se establece con la configuración de 1 módulo en vertical en una fila de 30, eléctricamente en series de 30.

Las características técnicas generales del seguidor:

ESTRUCTURA	
Características de la Estructura	
Fabricante	PVHardware o similar
Modelo	Monoline 1V
Fija / Seguidor	Single-Tracker
Dirección del módulo	Vertical

ESTRUCTURA	
Características de la Estructura	
Nº de módulos transversales	1
Nº de módulos longitudinales	30
Nº mesas / motor	1
Configuración de la mesa	1x[1x30] Vertical
Módulos / mesa	30
Inclinación	±55º
Azimuth	0º
Nº strings / mesa	1
Pitch [m]	6,81
Distancia libre entre módulos [m]	4,40

Tabla 4. Características Generales del seguidor.

Las características del controlador son las siguientes:

Algoritmo del seguidor	Astronómico con Backtracking
Margen de error del seguidor	±1º
Configuración de red	Maestro - esclavo
Configuración de Software	Configuración paramétrica
Fuente de Alimentación y base de datos	Cableada o inalámbrica
SCADA	Sí
Sistema de protección frente al viento	Sí, configurable
Tiempo a posición de bandera	3 minutos aproximadamente

Tabla 5. Características Generales del controlador.

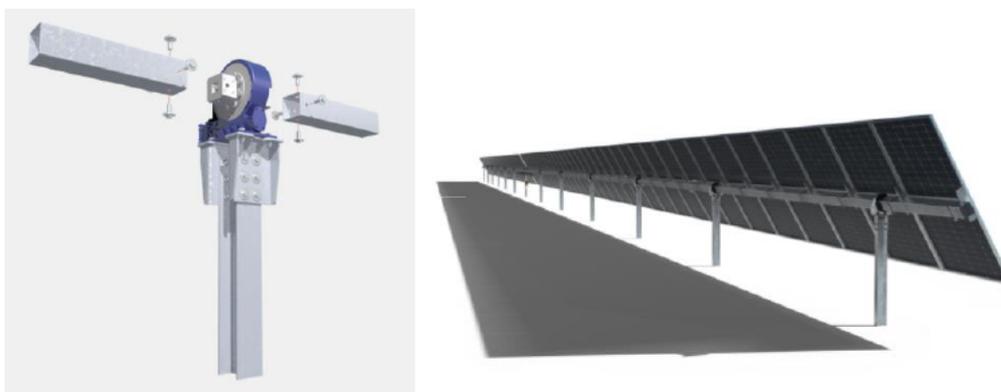


Imagen 3. Esquema de mesas 1x[1x30] Vertical

Para calcular las fuerzas generadas por el viento se deberá seguir las regulaciones locales. Según los códigos y reglamentos locales aplicables, la velocidad básica del viento puede definirse como la velocidad media del viento de 10 minutos a una altura de 10 m ($v_{b,0}$ como por ejemplo en Eurocódigo) o como una velocidad de ráfaga de 3 segundos a una altura de 10 m ($v_{p,0}$ como por ejemplo en ASCE 7).

Fijación al terreno

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante hincados y unión a éstos de la estructura por medio de pernos. Este tipo de fijaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas.

Las estructuras hincadas, permiten el recorte de los tiempos de ejecución de la obra y la reducción de los costes de mano de obra y materiales necesarios, frente a la cimentación de micro-pilotes a base de hormigón. Se instala por hincado directo sobre el terreno permitiendo su montaje sin necesidad de llevar a cabo obra civil (excavaciones, hormigonado, placas de anclaje, etc.). Este tipo de cimentación exige menores nivelaciones de terreno.

Para la ejecución de los trabajos de hincado se utilizará maquinaria especializada, máquina hincaposte, que satisface las exigencias del hincado de postes en condiciones difíciles, en campo abierto y con pendientes importantes.



Imagen 4. Máquina Hincaposte.

La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.

En caso de no poder hincar directamente, se realizará un pre-taladro previo, recurriéndose a relleno de hormigón e inserción del poste únicamente en aquellos casos donde las características geotécnicas del terreno no permitan la cimentación por hincado directo.



Imagen 5. Máquina Pre-taladro.

Separación entre filas

La separación entre filas será de 6,81 m entre puntos homólogos equivalentes de seguidores contiguos (pitch).

El control del seguidor hará un movimiento de back-tracking que evita el sombreado entre filas consecutivas, disminuyendo la inclinación de los módulos a primeras horas del día y a últimas horas de la tarde.

La parte inferior del marco de los módulos de la fila inferior deberá tener una distancia mínima de 0,5 m con respecto al punto más próximo donde pueda crecer vegetación, para evitar sombras y salpicaduras.

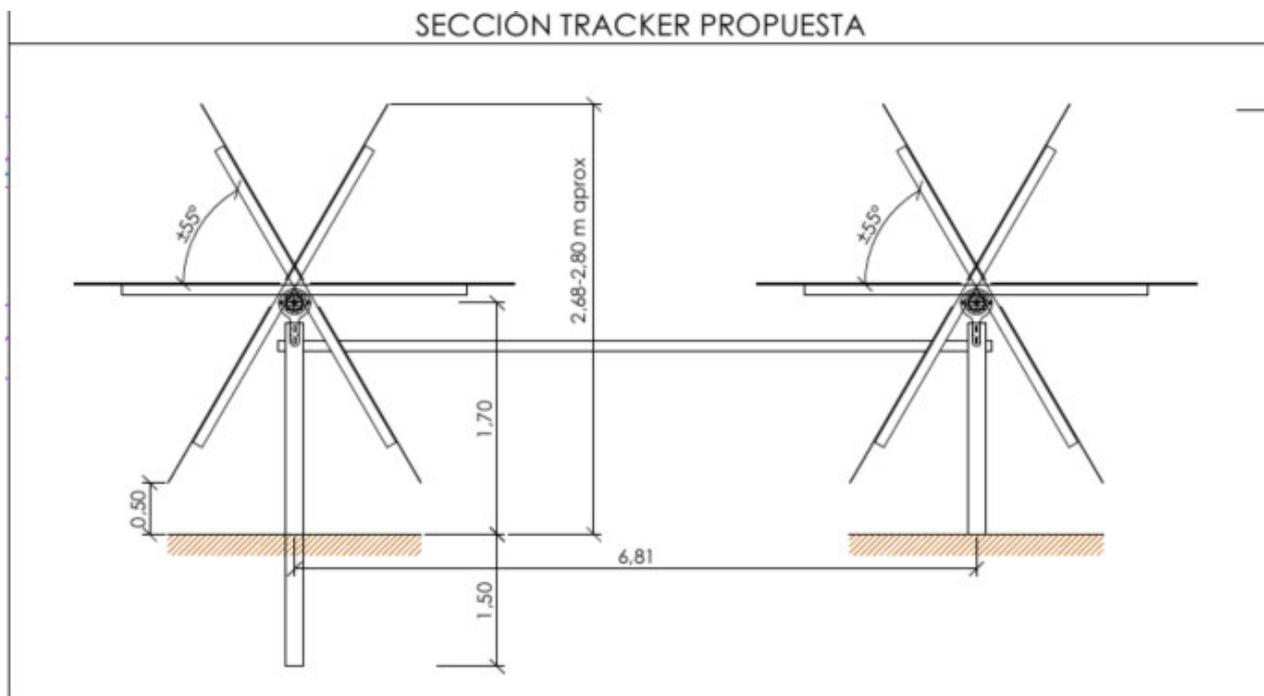


Imagen 6. Sección tracker propuesta.

1.3.3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

La infraestructura eléctrica de CC de la Instalación fotovoltaica abarcará desde los módulos al inversor:

- Campo Solar, conexión de strings.
- Cajas de conexión string-inverter.

En este caso, se ha considerado una solución basada en inversores tipo string.

En la siguiente tabla se recogen las características generales de la planta fotovoltaica:

CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	
POTENCIAS RESUMEN	
Potencia Pico de Planta	50,0 MWp
Potencia Nominal en Punto Interconexión	42,6 MW
Ratio DC / AC	1,17
Potencia Instalada módulos (cara delantera)	50,0 MWp
Potencia Instalada módulos (cara trasera)	35,0 MWp
Potencia Instalada módulos (total)	85,0 MWp
Potencia Instalada Inversores	48,6 MW
Potencia Instalada Proyecto	48,6 MW
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	TRINA
Modelo	TSM-DEG21C.20
Tecnología	Bifacial
Potencia Pico Módulos (cara delantera)	670 Wp
Módulos / String	30
Nº de Strings	2488
Nº de Módulos	74640
INVERSORES FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	Huawei
Modelo	SUN2000-215KTL-H3
Potencia de inversor (nominal)	200 kW
Potencia de inversor (máxima aparente)	215 kVA
Nº de Inversores	243
Nº de Centros de Transformación	9 CT (max 32 inversores)
Total Potencia de Inversores (nominal)	48,60 MW
ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA	
Fabricante	PVHardware
Modelo	Monoline 1V
Fija / Seguidor	Single-Tracker
Configuración mesa	1x30 Portrait
Inclinación	±55º
Azimuth	0º
Pitch [m]	6,81
Módulos / mesa	30
Nº de mesas	2488

Tabla 6. Características generales de la Planta FV.

El conexionado en serie de los módulos se realiza conectando el terminal positivo de un módulo con el negativo del siguiente en serie. El terminal negativo del primer módulo es el terminal negativo de la serie y el terminal positivo del último módulo es el terminal positivo de la serie, de tal forma que ambos terminales corresponderán a dos de los módulos adyacentes al motor del seguidor, facilitando el cableado y acortando las longitudes de cables necesarias, y por tanto las pérdidas.

Cada serie dará una corriente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas y estarán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

El conexionado entre los módulos fotovoltaicos se realizará con terminales tipo MultiContact o similar, que incorporan los propios módulos fotovoltaicos en sus cajas de conexiones, de manera que se facilita la instalación y se aseguran la durabilidad y seguridad de las conexiones.

El conductor de baja tensión CC que se utilizará para la conexión de los módulos fotovoltaicos en la formación de strings y conectar éstos al inversor es de cobre del tipo RV-K 0,6/1 kV de sección variable entre 4 mm² y 10 mm² según cálculo en instalación al aire y enterrado en tubos. Los cables solares estarán certificados de acuerdo con TÜV 2Pfg 1169 / 08.2007 y / o EN 50618: 2014.

El cableado entre los paneles de cada serie se realizará de un panel al siguiente sujeto a los perfiles que constituyen la estructura del seguidor, evitándose que queden sueltos o que cuelguen y se enganchen, llegando finalmente hasta la caja concentradora.

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los propios módulos, donde la temperatura puede alcanzar de 70 a 80 °C. Por esta razón estos cables deben de ser capaces de soportar temperaturas elevadas y rayos ultravioletas cuando se instalan a la vista. Por lo tanto, se utilizan cables especiales, por lo general cables unipolares con envoltura de goma y aislamiento, tensión nominal de 0,6 /1 kV, una temperatura máxima de funcionamiento no inferior a 120 °C y alta resistencia a la radiación UV.

El cableado CA que une los inversores string con los CT será de aluminio en instalación directamente enterrado en zanja, con secciones que varían en función a su longitud entre 95 y 400 mm² acorde a las longitudes de cada circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia dependiendo del número de String por cada inversor.

Las protecciones en los conductores se realizarán mediante fusibles, seccionadores y protecciones contra sobretensión en los inversores de string y a la entrada de los CT.



Imagen 7. Tendido de cables eléctricos.

1.3.3.4 INVERSOR FOTOVOLTAICO

El inversor es otro de los componentes de la instalación fotovoltaica y será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia de la red. Desde la salida del inversor se evacuará la energía al transformador que será el encargado de elevar la tensión establecida para la red de Media Tensión de la central.

El funcionamiento del inversor es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el inversor comienza a inyectar a la red.

El inversor trabaja de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los módulos no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede del generador fotovoltaico, por la noche el inversor sólo consume una pequeña cantidad energía procedente de la red de suministro.

Se instalarán 243 inversores, que cumplirán todos los estándares de calidad requeridos.



Imagen 8. Inversor propuesto.

Se presenta a modo orientativo las características de un inversor string tipo:

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR (SUN2000-215KTL-H3)	
EFICIENCIA	
Eficiencia máxima	99,0%
Eficiencia Europea	98,6%
ENTRADA	
Máxima tensión	1.500 V
Máxima corriente por MPPT	100 A
Tensión de arranque	550 V
Rango de tensión de operación de MPPT	500 V – 1.500 V
Tensión nominal	1.080 V
Nº de entradas	14
Nº de MPPT	3
SALIDA	
Potencia activa nominal	200.000 W
Potencia aparente máxima	215.000 VA
Potencia activa máxima (cosΦ=1)	215.000 W
Tensión nominal	800 V, 3W + PE
Frecuencia de red	50/60 Hz
Corriente nominal	144,4 A
Corriente máxima	155,2 A
Factor de potencia ajustable	0,8 LG ... 0,8 LD
Distorsión armónica máxima	< 1%
PROTECCIÓN	
Dispositivo de desconexión interno	Sí
Sistema anti-isla	Sí
Sobreintensidad en AC	Sí
Polaridad inversa en DC	Sí
Monitorización de fallo de String	Sí
Descargador sobretensión AC	Tipo II
Descargador sobretensión DC	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
COMUNICACIÓN	
Display	Indicadores LED, WLAN + APP
USB	Sí
MBUS	Sí
RS485	Sí
GENERAL	
Dimensiones	1.035 x 700 x 365 mm
Peso	86 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C - 60°C
Refrigeración	Smart Air Cooling
Altitud máxima de operación sin Derating	4.000 m
Humedad relativa	0-100 %
Conexión DC	Staubli MC4 EVO2
Conexión AC	Waterproof connector OT/DT Terminal
Grado de protección	IP66
Topología	Transformerless

Tabla 7. Características generales del inversor.

Se tendrá en cuenta para seleccionar los inversores la tensión de funcionamiento, se elegirá un inversor que trabaje a tensiones elevadas con el fin de reducir las pérdidas en el cableado de baja tensión (siendo el máximo 1.500 Vcc).

Los inversores tendrán además que cumplir las siguientes características técnicas:

- Producción de una alimentación eléctrica sinusoidal síncrona con la red.
- Rápida y exacta detección y seguimiento del punto de operación (regulación MPP) con la máxima producción de potencia.
- Alta eficiencia en funcionamiento, incluso en régimen de carga parcial.
- Funcionamiento completamente automático, sencillo control operativo e indicación de fallos.
- Fiable funcionamiento, incluso con altas temperaturas ambiente, así como resistencia a la intemperie y a la temperatura.
- Opción de visualización de datos, pantalla para mostrar rendimientos y mensaje de fallos.
- Soportará huecos de tensión, inyectará potencia reactiva y controlará la potencia activa de la red.

Dispondrán además de:

- Protecciones en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en alterna.
- Protección contra fallo de aislamiento en continua.
- Vigilante de aislamiento AC.
- Kit para soportar huecos de tensión.
- Kit de motorización del seccionador magnetotérmico AC.
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Protección contra tensión de red fuera de rango.
- Protección contra frecuencia de red fuera de rango.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra sobretensión.
- Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos en la salida.
- Seta de parada de emergencia.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conecta a la red de tierra. Las condiciones ambientales del emplazamiento de la instalación fotovoltaica juegan un papel fundamental. Los

entornos de altas temperaturas con altos valores de humedad pueden ser más propensos a la aparición del fenómeno PID.

1.3.3.5 CABINA DE TRANSFORMACIÓN

Se prevén 243 inversores distribuidos en 9 Cabinas de Transformación. El transformador es de 6600 kVA (25°C), así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. Cada Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga. Estas cabinas de transformación podrán ser tanto en solución interior (contenedor marítimo o edificio) como solución exterior.



Imagen 9. Centro de Transformación tipo.

Cada una de las cabinas de transformación tipo incluirá al menos los siguientes componentes:

- Transformador de BT/MT.
- Celdas de MT.
- Transformador de Servicios auxiliares.
- Cuadro de servicios auxiliares.
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida).
- Armario de comunicaciones y control.
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores.
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.

- Sistema para detección de humo.
- Sistema de iluminación interna/externa.
- Sistema de ventilación.

Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

El transformador elegido deberá ser similar al indicado en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR (STS-6000K-H1)	
ENTRADA	
Potencia AC	6,500 kVA @40°C / 5,920 kVA @50°C
Max. Cantidad de Inversores	32
Voltaje de Entrada Nominal	800 V
Corriente Máx de entrada a voltaje nominal	2.428 A x 2
Interruptores principales de BT	ACB (2.900 A / 800 V / 3P, 2*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 2*18 pcs)
SALIDA	
Tensión nominal de salida	30 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo de transformador	Inmerso en aceite, tipo conservador
Posiciones de transformador	± 2 x 2,5%
Tipo de aceite de transformador	Aceite mineral
Grupo de conexión del transformador	Dy11-y11
Índice de eficiencia máxima-mínima	De acuerdo con EN 50588-1
Pérdidas de vacío del transformador	49,7 kW
Pérdidas de cortocircuito del transformador	4,8 kW
Impedancia (MT-BT1, BT2)	7,5% (0 ~ +10%) @6.500 kVA
Tipo de celda MT	SF6 aislado con gas, 3 Unidades
Configuración de celdas MT	CVC o CCV
Transformador auxiliar	Transformador de tipo seco, 5 kVA, Dyn11

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR (STS-6000K-H1)	
Voltaje de salida del transformador BT/BT	400 / 230 V
PROTECCIÓN	
Monitoreo y protección de transformadores	Nivel de aceite, temperatura del aceite, presión y buchholz
Grado de protección de la sala de MT y BT	IP 54
resistencia a arcos internos, celdas MT	IAC A 20 kA 1s
Protección de relé MT	50/51, 50N/51N
Descargador de sobretensión MT	Equipado
Protección contra sobretensiones BT	Tipo I+II
GENERAL	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	12.190 x 2.550 x 2.438 mm (contenedor de 20 'HC)
Peso	< 22 t
Rango de temperatura de funcionamiento	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Humedad relativa	0% ~ 95%
Altitud máxima	2.000 m
Color del contenedor	RAL 9003
Estándares aplicables	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1

Tabla 8. Características generales de las Cabinas de Transformación.

Se utilizarán transformadores especialmente diseñados para plantas FV, asegurando el funcionamiento en continuo para carga nominal.

Celdas de media tensión

Toda la aparata de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Normativa" del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de 30 kV y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares del gabinete a tensión nominal de 400V 3F + N y 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

UPS

Para asegurar que en todo momento los trackers se moverán a una posición segura incluida una caída de tensión en la red se hace necesario utilizar una UPS.

Cuadro de comunicaciones/control

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

Cuadro general de baja tensión (CGBT)

En la presente solución los inversores utilizados serán tipo string. Esto implica que sea necesario realizar un cuadro de conexiones AC para abarcar todas las acometidas de los inversores.

1.3.3.6 INSTALACIÓN C.A. RED MT INTERNA

La red de media tensión interna (localizada dentro de los vallados de la PSFV) canalizada subterráneamente interconecta las Cabinas de Transformación entre ellas, permitiendo evacuar la energía total generada por la planta a través de varias líneas, tras su elevación a 30 kV en los Transformadores de las Cabinas de Transformación. La red se diseña en estrella, por la configuración irregular de la planta, uniendo la línea de salida del primer CT con la entrada del siguiente.

El cableado de media tensión será de aluminio de secciones variables a medida que las distancias e intensidades pasen a través de la línea. El cableado será directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media 1 m. Las zanjas se ejecutarán compactando el terreno de manera apropiada.

1.3.3.7 RED DE PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra (p.a.t.) se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo al máximo el riesgo de accidentes para personas, así como el deterioro de la propia instalación.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puestas a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita al paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

El diseño de la puesta a tierra cumplirá las exigencias del Reglamento de Baja Tensión, concretamente el capítulo XXIII “Puesta a Tierra”. Se instalará una red de tierras común para toda la instalación mediante cable de cobre de 35 mm² directamente enterrado. Con este cable se realizará una red mallada que garantice unos valores de tierra adecuados, según el artículo 9 “Resistencia de Tierra”, el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Estos valores para corrientes de defecto que sean eliminadas en menos de 5 segundos. Hay que considerar dos sistemas de puesta a tierra diferentes:

Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación que son accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, como: módulos fotovoltaicos, estructura soporte del generador fotovoltaico, envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por el contrario, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

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

En resumen, se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT y MT, formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura soporte a través de la tornillería.
- Puesta a tierra de la estructura soporte mediante la conexión del pilar extremo de cada fila con la red de tierras general mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm² de sección. Todas las mesas de una misma fila se interconectarán mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm².

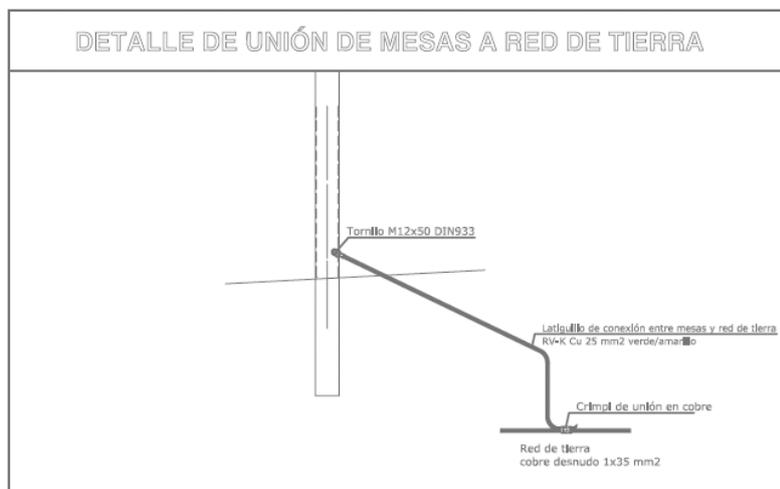


Imagen 10. Detalle de unión de mesas a la red de tierras general.

- Conexión a tierra de los cuadros de conexión, mediante latiguillos de cobre aislado de 16 mm² de sección.
- Red de tierras exterior a cada una de las Cabinas de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (inversor, transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de las cabinas de transformación.

Puesta a Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:

- Vigilantes permanentes de aislamiento AC en inversor.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada por la central fotovoltaica sea equipotencial.

1.3.3.8 OBRA CIVIL

A continuación, se describen las obras auxiliares de infraestructura viaria, urbanización y obra civil de la Planta Solar Fotovoltaica.

La obra civil engloba la preparación del terreno, la realización de zanjas y canalizaciones para las conducciones eléctricas, el trazado de viales, los drenajes, cunetas y badenes necesarios, así como la cimentación y la construcción de los edificios donde se situarán parte de las protecciones, los inversores, transformadores y seccionamiento de la central fotovoltaica.

Movimiento de tierras

Los terrenos sobre los que se proyecta la instalación se han escogido de forma que tengan una orografía con pendientes lo suficientemente suavizadas para adaptarse a la implantación de los seguidores solares.

En el caso de que puntualmente se necesite actuar sobre una zona concreta, dicha actuación consistirá en la retirada de capa vegetal y en la homogenización de la pendiente que compense el desmonte y terraplén, consiguiendo un volumen neto que minimice el impacto de tierras excedentarias.

También se contemplará el movimiento de tierras necesarios para la ubicación y construcción de las plataformas de los Centros de Transformación, el edificio de O&M de la planta, así como las áreas de campamento y caminos internos.

Cualquier actividad de remoción de terrenos o vegetación se ejecutará bajo prescripciones ambientales y los materiales resultantes serán almacenado o dispuestos según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

Red de viales interiores

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Estos viales de 4 m de ancho estarán formados por una sub-rasante de suelo seleccionado debidamente compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=300 \text{ kg/cm}^2$, una base de zahorra de 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$ y una capa superficial de espesor mínimo 10 cm de un material de diámetro máximo 30 mm compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$.

Se realizará un cajeadado previo de los caminos, de forma que se desbroce y regularice el terreno previamente a la ejecución de la sub-base. Se sanearán todos aquellos puntos donde aparezca terreno blando.

El tráfico que debe soportar este viario durante la fase de explotación de la instalación es muy ligero, reduciéndose al tráfico de vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación de los paneles solares. No obstante, y de forma puntual, podrá ser necesario el acceso de vehículos pesados articulados para el transporte de equipos de gran volumen (componentes de las Cabinas de Transformación).

Drenajes

El ámbito de proyecto se enmarca en la Demarcación Hidrográfica del Tajo.

El clima es suave y templado con lluvias cortas y de gran intensidad, que originan cursos irregulares e inestables, característicos de una escorrentía torrencial, con aparición de crecidas y riesgos de inundación.

Se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacue todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno.

El cálculo del sistema de drenaje interno de la planta se realizará según las especificaciones del cliente.

En función del Análisis de Inundación de la Planta fotovoltaica, que depende de topografía y estudio hidrogeológico, con periodo de retorno de 200 años, las áreas de restricciones deben ser definidas de esta manera:

- No se pueden instalar Cabinas en zona de inundación.
- No se pueden instalar estructuras de soportes de Módulos fotovoltaicos en áreas con niveles de inundación superiores a 50 cm.

El tamaño de las zanjas para el sistema de drenaje se definirá teniendo en cuenta el caudal máximo, que se define en el estudio hidrológico e hidráulico para un período de retorno de 10 años, en cualquier caso, el área de la zanja no deberá ser inferior a 0,3 m².

El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela.

Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Cimentación para las Cabinas de Transformación

En el parque se llevarán a cabo distintas instalaciones: entre ellas estarán las cabinas de transformación y una zona de edificios prefabricados para el Control y Almacenamiento.

Se instalarán 9 CT, así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos.

Estas cabinas de transformación constan de una plataforma sobre la que van montados el conjunto transformador/celdas de MT, cuadros de B.T., dispositivos de control, y las interconexiones entre los diversos elementos.

Las cimentaciones de las cabinas serán ejecutadas considerando las especificidades del Terreno, las características de las Cabinas de transformación y los aspectos estándar siguientes:

- Preparación de las Plataforma: eliminación de la capa superficial del terreno y excavación necesaria en función de las cargas de la cabina y de las propiedades del suelo y posterior compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación $M_d=300 \text{ kg/cm}^2$.

- Base: se debe diseñar y construir la base de la cabina de acuerdo con los detalles proporcionados por el fabricante y teniendo en cuenta las propiedades del suelo y las normas locales.
- En general el requisito mínimo para el terraplén de la cimentación debe ser el siguiente: se establecerá una base de zahorra de al menos 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$.
- Losa de hormigón: Se dispondrá una losa de hormigón armado calculada según con los estándares y códigos locales.
- Capa Superficial: capa de 10 cm de material de diámetro máximo 30 mm, compactada para llegar a un nivel de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$ que será aplicada alrededor de la Cabina.

Por tema de instalación, alrededor de la cimentación de la Cabina, se deberá tener en cuenta una plataforma de mínimo 1,5 m alrededor de la misma para acceder a sus puertas. El material de la plataforma será terreno natural debidamente compactado.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

La planta fotovoltaica contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Se instalará un cerramiento de malla anudada cingética. Este cerramiento de 2 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión.

La cimentación se ejecutará mediante dados de hormigón de 300x300x400 mm.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 5 x 2 m, galvanizadas.

Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

La mínima distancia horizontal a los cauces desde el vallado que delimita el perímetro de la planta, en las condiciones de máxima crecida ordinaria, cumplirá las distancias fijadas por la reglamentación vigente.

El sistema de vigilancia perimetral para un parque fotovoltaico tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNI, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación fotovoltaica se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior

(de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Se deberá instalar en la planta FV una infraestructura suficiente que permita conectarse mediante una conexión de datos para visualizar de forma remota todas las cámaras de la instalación en tiempo real con alta calidad. El sistema será capaz de ser visto y operado remotamente a través de acceso IP. El sistema propuesto está compuesto por cámaras térmicas de detección de movimiento y monitores, de forma que se transmiten señales desde las primeras a los segundos formando un circuito cerrado.

1.3.3.9 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL

El sistema de monitorización y control estará compuesto por una aplicación SCADA (Supervisory control and Data Acquisition) y un sistema de control de planta PPC (Power Plant Controller) alojados en un servidor local instalado en la Sala de Control del Edificio O&M de la planta. Además de los componentes principales, el sistema estará constituido por varias unidades remotas instaladas en cada bloque del inversor, que adquieren datos generados por inversores y dispositivos de medición y protección de campo.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

La siguiente imagen muestra un detalle de la propuesta del sistema de monitorización y control a través de su arquitectura de redes:

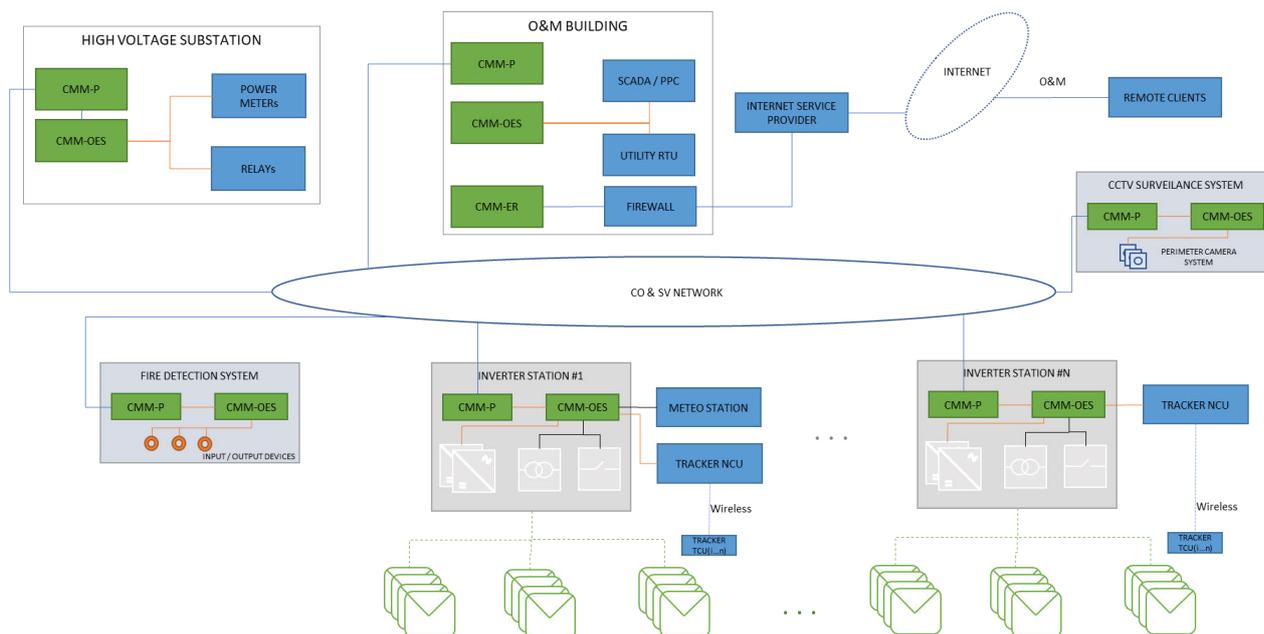


Imagen 11. Detalle de Arquitectura de comunicaciones.

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores
- Voltaje de entrada y salida de los inversores
- Estado de los inversores
- Contadores de medición de datos
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas

Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con 3 estaciones meteorológicas.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.
- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.
- Sondas para medir T^a de dos módulos fotovoltaicos (PT100)
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el $\pm 3\%$. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de 30kV del edificio de la subestación. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 (>10 MW) la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,2S y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.
- Potencia activa y reactiva.
- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

Sistema de control de planta

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora de todos los inversores de la planta, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q) y la planta fotovoltaica, con

provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será la posición de la Subestación de Interconexión.

En ningún caso se sobrepasarán los 42,6 MW en el Punto de Interconexión (POI) concedida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema.

El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

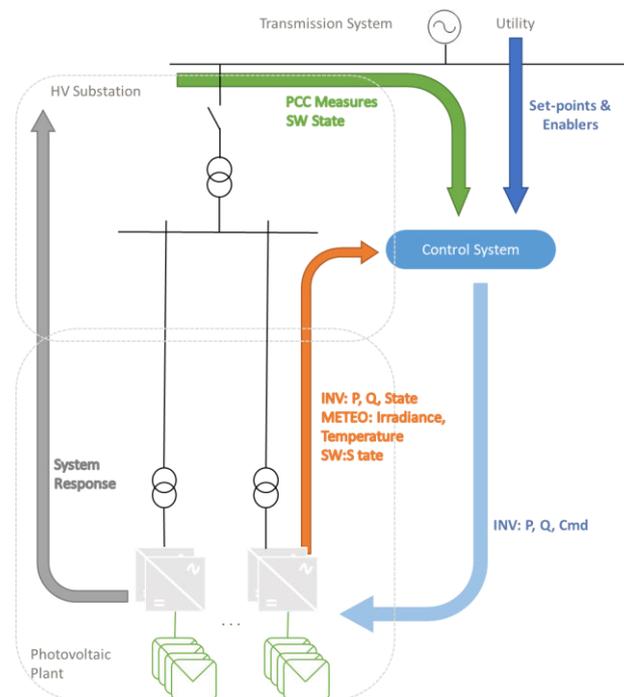


Imagen 12. Detalle del flujo de datos del sistema de control

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capacidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red

y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

La máxima potencia de inyección permitida será la potencia concedida en el punto de interconexión (POI), en este caso 42,6 MW, o bien una señal de limitación recibida de la Utility en caso de que se quiera reducir aún más la producción del parque.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia
- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva
- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de seguidores
- Funciones generales de seguridad

1.3.3.10 EDIFICIO DE O&M / ALMACÉN

Características generales

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se construirá usando contenedores modulares y constará al menos de las siguientes instalaciones:

- Cocina
- Baño
- Área de almacenamiento de residuos
- Almacén (contenedor independiente)
- Oficina y sala de reuniones. Estas salas tendrán iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local

- Sala de control del SCADA y sala de control de BT. En esta sala irán ubicados los servidores del SCADA y todo el equipamiento de BT
- Estacionamiento

Descripción general de los distintos espacios

Edificio O&M

Se utilizarán módulos prefabricados para el edificio O&M. Los módulos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las normas locales, particularmente los relativos a los coeficientes de aislamiento térmico y acústico. En general, los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc.; deberán cumplir con las condiciones ambientales y regulaciones locales para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El tamaño y las características de las instalaciones se diseñarán en base a las especificaciones técnicas del Promotor y acorde a los MWp instalados en la Planta FV.

Almacén

El almacén podría dividirse en dos edificios separados:

- Un edificio principal.
- Un edificio secundario (cuando sea necesario, de acuerdo con las condiciones locales y el alcance acordado con el cliente).

El diseño de ambos edificios cumplirá con los estándares internacionales y también cumplirá con las regulaciones locales: los edificios, las estanterías y toda la estructura civil se diseñarán de conformidad con la regulación sísmica.

A la hora de elegir los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc. se deberá seguir las condiciones y regulaciones del medio ambiente local para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El almacén principal, ubicado fuera del edificio O&M y adosado al mismo, será diseñado siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Será un edificio modular con forma que se utilizará para almacenar componentes principales, repuestos de plantas solares, consumibles (excluidos los módulos fotovoltaicos).

Ejemplo de edificio tipo

Como ejemplo se presenta un edificio tipo para una instalación de similares características. La superficie del edificio se ajustará a los espacios necesarios según las especificaciones técnicas del promotor.

Superficie construida aprox. = 255 m²

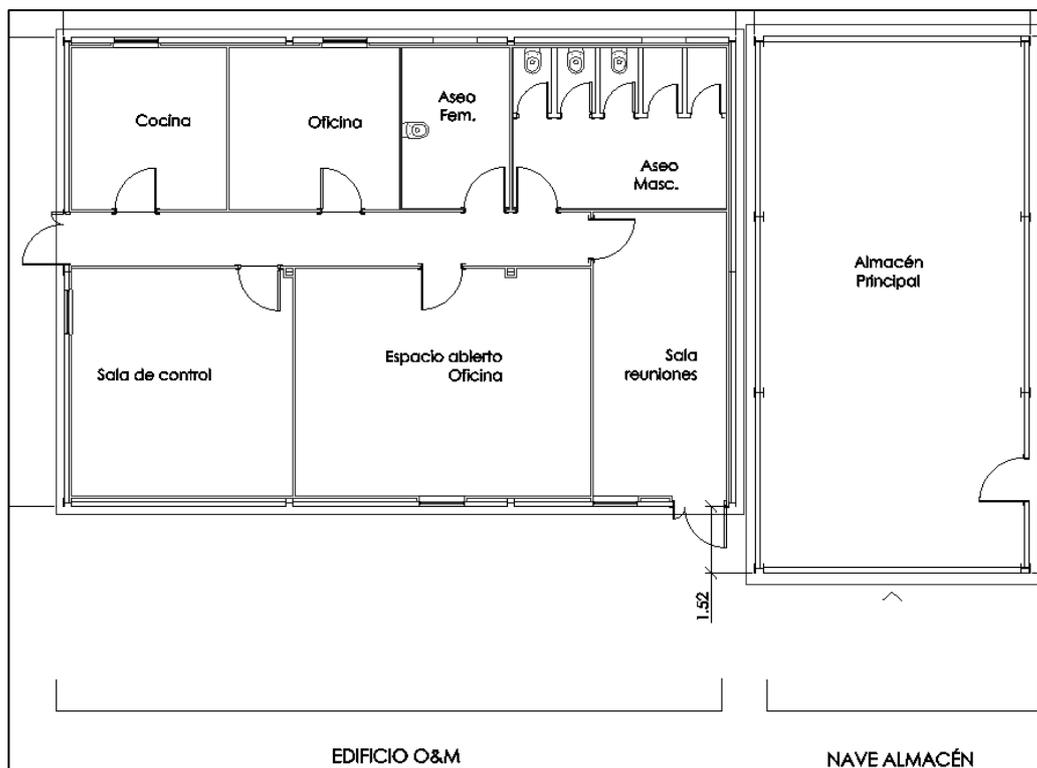


Imagen 13. Ejemplo de edificio tipo O&M y Almacén.

Instalaciones

Fontanería y saneamiento

Los baños deberán contar con agua potable. La instalación de fontanería garantizará agua fría y caliente con una reserva de al menos 100 litros.

Se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un depósito-filtro biológico y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal.

Aire acondicionado y ventilación

El edificio estará equipado con un sistema de climatización controlado por termostato en oficinas, salas de reuniones y sala de BT que permita a los operadores trabajar en unas condiciones óptimas de humedad y temperatura.

Los baños y cocina deben tener una ventilación natural al igual que el almacén y las salas de baja tensión y de generador y, en el caso de este último, eliminación directa de gases de combustión. Las salidas de ventilación serán protegidas para que el paso de animales pequeños y la entrada de agua sea imposible.

Sistema de seguridad anti-intrusos

El edificio y el almacén deberán tener un sistema anti-intrusos.

Sistema de protección contra incendios

Existirá un sistema de protección contra incendios que tendrá los siguientes elementos:

- Señalización de evacuación y métodos de protección
- Extintores

- Detección del fuego y sistema de alarma

Instalación eléctrica

Baja Tensión

Para permitir el funcionamiento del edificio de O&M y del almacén, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares.

Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

Panel de servicios auxiliares

El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección.

Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Puesta a tierra

La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Iluminación

Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

Luces de emergencia

La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal.

La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía.

1.3.3.11 INSTALACIONES DE TRABAJO TEMPORAL

La principal infraestructura temporal en la planta FV es el campamento de Obra ("Site Camp"), que estará compuesto por las siguientes instalaciones:

- Área de Oficinas, que incluye:
 - Oficinas y Sala Reuniones
 - Centro de Primeros Auxilios
 - Baños y áreas de aseos
 - Comedor con cocina
- Áreas de descanso
- Estacionamiento para coches y otros vehículos de obra
- Área de control de los Accesos al área de campamento
- Área de descarga de material
- Almacenes de material para la construcción (con su vallado independiente)

- Almacenes temporales de residuos (con su vallado independiente)
- Almacenes de combustible para vehículos de obra (con su vallado independiente)
- Almacenes de Agua para construcción
- Área para grupo electrógeno (con su vallado independiente)

Los campamentos tendrán los siguientes sistemas o infraestructuras, que deberán ser realizados según normativa internacional y local:

- Vallado perimetral temporal y para Áreas de Oficinas que debe estar segregada de las demás instalaciones
- Sistema de protección de detección y contra incendios
- Sistema de iluminación (externo e interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de aire acondicionado (interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema de protección contra rayos
- Sistema de agua sanitaria (a través de tanque), con sistema de tratamiento de agua doméstica
- Sistema de vigilancia de área de oficinas

Todas las áreas tendrán señalización y vigilancia las 24 horas del día, desde el inicio de la obra, hasta el final de la construcción.

La superficie aproximada de la instalación de trabajo temporal será de 13.500 m².

1.3.4 Subestación SET “Mazarrón” 30/220kV

1.3.4.1 IMPLANTACIÓN Y LOCALIZACIÓN

La subestación se emplaza en toda su dimensión en el término municipal de Torrejón de Velasco, provincia de Madrid. Su ubicación se plantea en las siguientes parcelas:

Nº de parcela s/proyecto	Ref catastral	Polígono	Parcela	Ha totales	M ² subestación
A01	28150A00100154	1	154	5,991	1.262,75
A02	28150A00100155	1	155	2,743	689,25

Tabla 9. Parcelas Subestación.



SECRETARÍA DE ESTADO
DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL
DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 28150A001001550000HA

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 1 Parcela 155
LOS MORO. TORREJON DE VELASCO (MADRID)

Clase: RÚSTICO
Uso principal: Agrario
Superficie construida:
Año construcción:

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	C- Labor o Labradío seco	02	27.435

PARCELA

Superficie gráfica: 27.435 m²
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Imagen 15. Referencia Catastral 28150A00100155.

El área aproximada de la plataforma a urbanizar de la Subestación Mazarrón es de 1952 m² (32 x 61m). Las coordenadas UTM (ETRS89 - H30) de los vértices del vallado de la subestación se muestran a continuación:

Vértice	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
V1	434.363	4.450.710
V2	434.387	4.450.693
V3	434.352	4.450.645
V4	434.328	4.450.663

Tabla 10. Coordenadas de los vértices del vallado de la subestación.

Las coordenadas UTM (ETRS89 - H30) de los vértices de la plataforma a urbanizar se muestran a continuación:

Vértice	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
P1	434.363	4.450.712
P2	434.389	4.450.693
P3	434.352	4.450.644
P4	434.327	4.450.663

Tabla 1. Coordenadas de los vértices de la plataforma de la subestación.

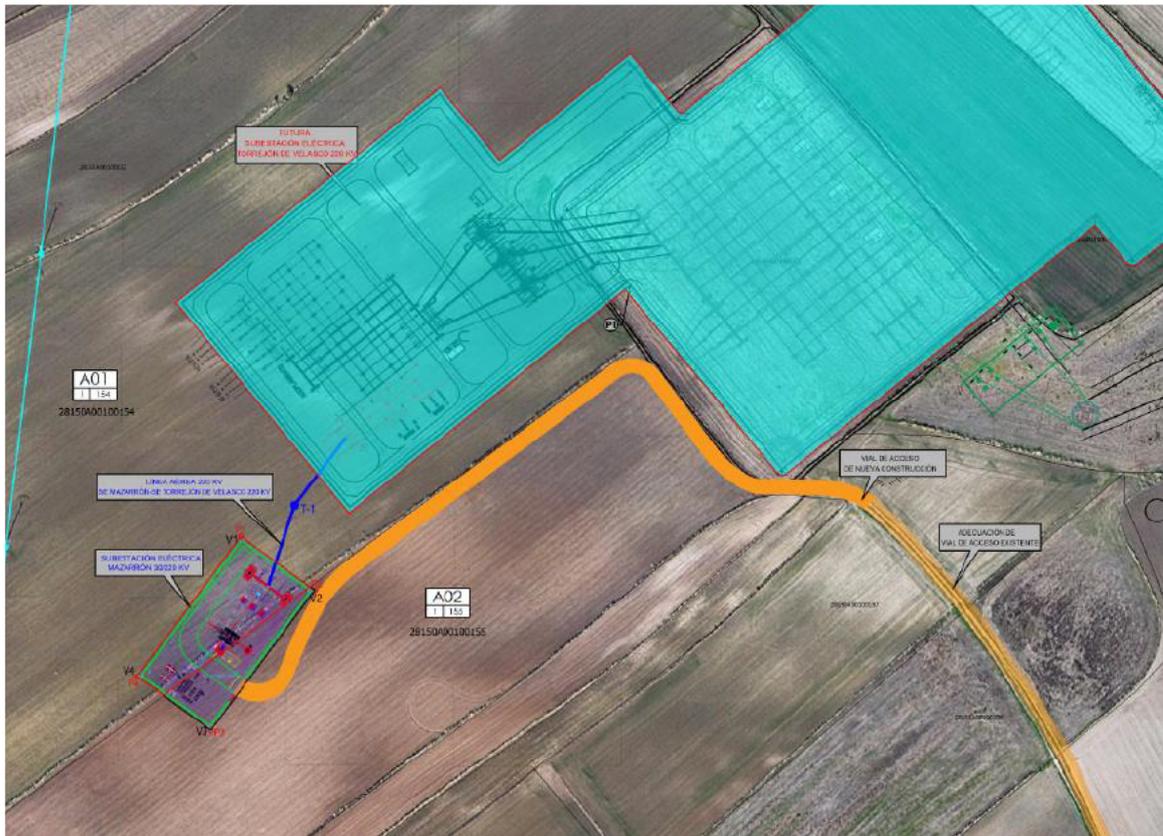


Imagen 16. Implantación SET MAZARRÓN 30/220 KV.

1.3.4.2 ACCESO

El acceso a la subestación se contempla a partir de la carretera M-404 desde el entronque existente con el vial de dominio público 28150A00109003, donde recorre durante aproximadamente 1,3 km por un camino de uso agrario hasta llegar a un vial de uso particular que será adecuado parcialmente y ampliado con un tramo de nueva construcción que dispondrá de una anchura mínima de 5 m y una longitud de 290 m en su eje.

Las coordenadas UTM (ETRS89 - H30) del punto de acceso a la subestación se indican en la siguiente tabla:

Entrada/Acceso	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
Punto de entronque Carretera M-404	434.169	4.449.286
Punto de entronque Camino de ref. catastral 28150A00109003	434.839	4.450.380
Acceso a Subestación	434.363	4.450.658

Tabla 12. Coordenadas Acceso Subestación.

1.3.4.3 DESCRIPCIÓN GENERAL

En la subestación eléctrica **MAZARRÓN 30/220 kV** se evacua la energía procedente de las plantas fotovoltaicas, "FV LA ESPIGA" y "FV EL ÁRBOL", de un total de 85,2 MW nominales.

Mediante tres circuitos subterráneos procedentes de los parques fotovoltaicos se evacua la energía por el transformador, elevando en éste la tensión de 30 a 220 kV.

La subestación estará formada por un parque de intemperie de 220 kV con aislamiento al aire (AIS), con una posición mixta de transformador/línea, con un transformador de potencia en baño de aceite de 80/100 MVA ONAN/ONAF en lo que al sistema de 220 kV se refiere.

También contará con un parque de 30 kV, parte intemperie y parte interior en edificio, con aislamiento al aire (AIS) y al aire/gas (AIS/GIS) respectivamente. Un edificio albergará las cabinas de media tensión aisladas al aire con interruptor en SF₆ y los armarios de protección, control y servicios auxiliares.

Todos los elementos de la subestación se ubicarán en un recinto vallado de dimensiones 30x59 m.

En el Documento Planos figura la planta general de la subestación y secciones, así como del edificio proyectado.

1.3.4.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SUBESTACIÓN

Las instalaciones proyectadas tienen los siguientes parámetros de diseño:

PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO		
Subestación Eléctrica	AT	MT
Tensión nominal	220 kV	30 kV
Tensión más elevada para el material	245 kV	36 kV
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial	460	70
Tensión soportada bajo impulso tipo rayo	1050	170
Conexión del neutro del transformador	Rígido a tierra	Reactancia P.a.T.
Intensidad nominal del embarrado	-	2.000 A
Intensidad nominal posición de transformador	2.000 A	2.000 A
Intensidad nominal posición de línea	2.000 A	630 A
Intensidad máxima de defecto trifásico (1s)	40 kA	25 kA
Altitud	615 msnm	
Nivel de contaminación (UNE/IEC 60815)	Nivel d - Fuerte	

Tabla 13. Parámetros básicos de diseño de la subestación

CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN GENERAL

La subestación objeto del proyecto estará constituida por:

- Parque de 220 kV intemperie.
- Parque de 30 kV (exterior e interior).
- Sistemas de Control y Protecciones.

- Sistema de medida.
- Sistema de Servicios Auxiliares.
- Sistema de telecomunicaciones.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de seguridad.

El parque de 220 kV de la subestación tendrá dos posiciones con sendas configuraciones de posición mixta Transformador/Línea en tecnología AIS.

Desde los centros de transformación que se encuentran ubicados en las plantas fotovoltaicas “LA ESPIGA” y “EL ÁRBOL”, se realizarán las conexiones mediante la red de media tensión de la planta fotovoltaica con la sala de media tensión de la subestación MAZARRÓN. La configuración es en simple barra, en tecnología AIS/GIS y dispondrá de las siguientes posiciones:

Tipo de Celda	Nº
Celda de protección Transformador (*)	1
Celda de protección de Línea	3
Celda de reserva de Línea	2
Celda conexión Banco Condensadores	1
Celda conexión de SSAA	1

Tabla 14. Tipo de Celdas

(*) Equipos para Medida de tensión en barras instalados en Celda de Transformador de Potencia.

AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del grupo A y B de acuerdo con los niveles de tensión según ITC-RAT 12, serán:

Niveles de tensión [kV eficaces]	Tensión más elevada para el material (Um) [kV eficaces]	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo [kV cresta]	Tensión soportada de corta duración 50Hz [KV eficaces]
220 kV	245	1050	460
30 kV	36	170	70

Tabla 15. Niveles de aislamiento según la ITC-RAT 12

DISTANCIAS MÍNIMAS

Las distancias mínimas entre fases y fase-tierra para estos niveles de aislamiento vienen fijadas en el reglamento en la ITC-RAT 12, y son de las indicadas en la siguiente tabla:

Tensión más elevada para el material (kV eficaces)	Distancia mínima fase -tierra en el aire. (mm)	Distancia mínima fase -fase en el aire. (mm)
245	2.100	2.100
36	320	320

Tabla 16. Distancias mínimas según la ITC-RAT 12

En planos puede verse la disposición en planta y alzado de los equipos del parque intemperie, así como las distancias adoptadas en el diseño, verificándose que se cumplen las distancias mínimas reglamentarias.

INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Los interruptores y los demás elementos de la subestación están preparados para soportar corrientes de corta duración de al menos 25 kA para la apartada de 30 kV, y de 40 kA para la apartada de 220 kV.

1.3.4.5 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Se instalará un transformador de potencia trifásico de 2 devanados de relación nominal 220/30 kV de 80 MVA (ONAN) / 100 MVA (ONAF), en baño de aceite, sobre una bancada situada en la zona del parque intemperie.

La conexión del neutro en el lado de alta tensión será rígida a tierra mientras que la explotación del devanado de media tensión será con el neutro puesto a tierra a través de una reactancia limitadora.

El transformador será construido según norma IEC/UNE-EN 60076. Las características constructivas más importantes son:

Tipo de servicio	Continuo
Número de unidades	1
Potencia nominal ONAN/ONAF [MVA] devanado primario	80/100 MVA
Tensión primaria en vacío [V]	220.000
Regulación lado AT	En carga, automático motorizado 21 tomas±10x1,5%
Tensión secundaria en vacío [V]	30.000
Frecuencia [Hz]	50 Hz
Conexión	Estrella/triángulo
Grupo de conexión	YNd11
Tensión de cortocircuito Devanado secundario	12,5%
Niveles de aislamiento en el primario:	
Nivel de aislamiento [kV]	245
Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV]	460
Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV]	1050
Niveles de aislamiento en el secundario:	
Nivel de aislamiento [kV]	36
Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV]	70
Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV]	170
Temperatura ambiente (Máx / mín)	40°C / -25°C
Altitud	< 1.000 m.s.n.m.

Línea de fuga..... 25mm/kVf-f

Además, el transformador dispondrá de los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión del transformador.
- Indicadores de nivel de aceite.
- Indicador de temperatura del aceite.
- Relé protección Buchholz (63B).
- Relés de gases (63BJ).
- Válvula de alivio de sobrepresión (63L).
- Válvulas de filtrado.
- Desecador de silicagel.

1.3.4.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE 220 kV

El parque de 220 kV de la subestación se encontrará ubicado en un recinto vallado en el que se instalará el transformador de potencia y la correspondiente apartamenta asociada a dicho nivel de tensión (interruptor, seccionador con puesta a tierra, transformadores de intensidad, transformadores de tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. También se instalarán elementos del esquema de 30 kV tales como la reactancia de puesta a tierra del sistema, la batería de condensadores y el aparellaje necesario para su maniobra.

Se dispone de una batería de celdas de 30 kV de tensión en una sala del edificio que recibirá la energía generada en las plantas fotovoltaicas “FV LA ESPIGA” y “FV EL ÁRBOL”, ésta será evacuada al sistema por medio del transformador de 220/30 kV. Se dispondrá por lo tanto de una posición mixta de transformador/línea, con sus correspondientes equipos de medida. En los planos de este proyecto se incluyen los esquemas unifilares y la disposición en planta de la apartamenta que se va a describir a continuación.

La posición línea - transformador 30/220 kV dispondrá de:

- Un (1) seccionador tripolar de 220 kV con puesta a tierra.
- Un (1) interruptor tripolar de 220 kV automático de corte en SF6.
- Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un juego de tres (3) pararrayos autoválvula de óxido metálico, con contador de descargas, para la posición de salida de la línea.
- Un juego de tres (3) pararrayos autoválvula de óxido metálico, con contador de descargas, para la posición del transformador.
- Un juego de tres (3) transformadores de tensión inductivos para medida y protección.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Para la apertura y cierre de la posición de 220 kV, se ha previsto la instalación de un interruptor automático tripolar de SF6 para montaje en intemperie. Las características principales son:

Cantidad	1
Instalación:.....	Intemperie
Tensión asignada Ur [kV]	245
Frecuencia [Hz]	50
Intensidad nominal de servicio [A]	2.000
Poder de corte nominal bajo cortocircuito (1s) [kA]	40
Tensión soportada c.d. a frecuencia industrial [kV]	460
Tensión soportada a impulsos tipo rayo [kV]	1050
Accionamiento	Tripolar
Tipo de reenganche	trifásico
Factor de primer polo	1,5
Secuencia de maniobras asignada	O-0,3S-CO-3 min-CO
Tensión de accionamiento del motor	125 Vcc
Norma constructiva	IEC 62271-100

El armario del interruptor va dotado de resistencia de calefacción, relé antibombeo, contador de operaciones, un dispositivo para abrir y cerrar eléctricamente el interruptor desde el mismo, y un conmutador-selector de dos posiciones “remoto-local”.

SECCIONADOR CON P.A.T.

Para poder efectuar el seccionamiento de la posición de línea, se ha previsto el montaje de un seccionador tripolar de 245 kV, de tipo intemperie, de columna giratoria central, de apertura central y con cuchillas de puesta a tierra.

Las características técnicas principales del seccionador son las siguientes:

Cantidad.....	1
Tensión asignada Ur [kV]	245
Frecuencia [Hz]	50
Intensidad nominal de servicio [A]	2.000
Intensidad admisible de corta duración [kA].....	40
Tensión soportada c.d. a frecuencia industrial [kV]	460
Tensión soportada a impulsos tipo rayo [kV]	1050
Norma constructiva	IEC 62271-102

El seccionador estará equipado con accionamiento principal por motor eléctrico y manual. El accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra será por medio manual.

TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

Se instalarán junto al interruptor de 220 kV tres transformadores de intensidad que alimentarán los circuitos de medida y protección. A continuación, se describen las principales características de estos transformadores:

Cantidad	Un (1) juego de tres (3) transformadores
Tensión asignada Ur [kV]	245
Frecuencia [Hz]	50
Relación de transformación [A]	400-800/5-5-5-5-5
Potencias y clases de precisión:	
Arrollamiento de protección 1	30 VA cl. 5P20
Arrollamiento de protección 2	30 VA cl. 5P20
Arrollamiento de medida RPM 1	10 VA cl. 0,2s
Arrollamiento de medida RPM 2	10 VA cl. 0,2s
Arrollamiento de medida UCP-PPC	20 VA cl. 0,5
Tensión soportada c.d. a frecuencia industrial [kV]	460
Tensión soportada a impulsos tipo rayo [kV]	1050
Normas constructivas	IEC 61869-1 e IEC 61869-2

TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS

En la salida de línea se instalará un juego de tres transformadores de tensión inductivos cuyas características eléctricas más importantes son:

Cantidad	Un (1) juego de tres (3) transformadores
Tensión asignada Ur [kV]	245
Frecuencia [Hz]	50
Relación de transformación [kV]:	220/√3 /0,11/√3 – 0,11/√3 – 0,11/√3- 0,11/√3
Potencias y clase de precisión	
Arrollamiento de medida RPM 1	25 VA, cl 0,2
Arrollamiento de medida RPM 2	25 VA, cl 0,2
Arrollamiento de medida UCP-PPC y protección 1	25 VA, cl 0.5-3P
Arrollamiento protección 2	25 VA, cl 0.5-3P
Tensión soportada c.d. a frecuencia industrial [kV]	460
Tensión soportada a impulsos tipo rayo [kV]	1050
Normas constructivas	IEC 61869-1 e IEC 61869-3

PARARRAYOS – AUTOVÁLVULAS – DESCARGADORES

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de dos juegos de tres pararrayos tipo autoválvulas.

Las características más significativas son las siguientes:

Instalación.....	Exterior
Cantidad	6
Corriente de descarga asignada [kA]	10
Clase de descarga	3
Tensión de funcionamiento continuo Uc [kV]	156
Tensión nominal Ur [kV]	198
Línea de fuga [mm].....	≥ 7.250
Nivel de aislamiento al impulso tipo rayo [kV].....	1050
Margen de protección a impulsos tipo rayos	≥1,2
Norma constructiva	IEC 60099-4

Las autoválvulas a utilizar serán de óxido de zinc con recubrimiento exterior de porcelana y cada una de las autoválvulas a instalar irá equipada con un contador de descargas y se instalará sobre soporte metálico individual.

1.3.4.7 EMBARRADOS Y CABLES

GENERALIDADES

El embarrado se diseñará de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40 °C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

A continuación, se reflejan las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito, apreciándose que se han elegido unos valores para el diseño de embarrados superiores a los nominales con un margen de seguridad suficiente:

Sistema de 220 kV (conexión entre apartamento de parque de intemperie):

Intensidad nominal de la instalación:	235,4 A
Intensidad de cortocircuito soportada:	40 kA

Sistema de 30 kV (embarrado rígido de salida del transformador de potencia):

Intensidad nominal de la instalación:	1.725,97 A
Intensidad de cortocircuito soportada:	25 kA

EMBARRADO RÍGIDO DE 220 KV

Las conexiones de la apartamento de alta tensión se realizarán mediante un embarrado, para la interconexión del equipamiento entre autoválvulas en el parque de 220 kV, cuyas características son:

Tipo de conductor:.....	Tubo Al 6063-T6 120/100
Diámetro exterior [mm]:.....	120
Diámetro interior [mm]:	100

Espesor de la pared [mm]:	10
Sección transversal [mm²]:	3.456
Peso propio por unidad de longitud [kg/m]:	9,363
Módulo de elasticidad de Young [N/mm²]:	69.500
Intensidad máxima admisible (a T^a amb.=30°C y T^a trabajo=65°C) [A]:	2.995
Intensidad máxima admisible (a T^a amb.=30°C y T^a trabajo=85°C) [A]:	4.085

CONEXIÓN FLEXIBLE DE 220 kV

Las conexiones de la aparamenta de alta tensión, correspondientes al pendolón de entrada de línea hasta las autoválvulas de línea y desde las autoválvulas de transformador hasta las bornas de alta de éste, se realizarán mediante cable flexible de aluminio-acero con denominación 402-AL1/52-ST1A (LA-455), cuyas características son:

Tipo:	Aluminio-Acero 54+7
Diámetro exterior [mm]:	27,72
Sección transversal total del conductor [mm²]:	454,5
Sección transversal Aluminio [mm²]:	402,3
Sección transversal Acero [mm²]:	52,2
Peso propio del conductor por unidad de longitud [kg/m]:	1,520
Resistencia eléctrica c.c. a 20°C [Ω/km]	0,0719

Las conexiones entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizará a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, de diseño circular y equipados con tornillería de acero inoxidable.

EMBARRADO RÍGIDO DE 30 kV

Las salidas de bornas del devanado secundario del transformador de potencia, hasta su conexión con los terminales de las respectivas reactancias de puesta a tierra, se realiza con tubos de Aluminio 6063-T6.

Las principales características de los tubos que se disponen son:

Tipo de conductores:	Tubo Al 6063-T6 100/90
Diámetro exterior [mm]:	100
Diámetro interior [mm]:	90
Espesor de la pared	5
Sección transversal [mm²].	1.492
Peso propio unitario [kg/m]:	4,03
Módulo de elasticidad de Young [N/mm²]:	70.000
Intensidad máxima admisible (a T^a amb.=30°C y T^a trabajo 65°C) [A]:	1.836
Intensidad máxima admisible (a T^a amb.=30°C y T^a trabajo 85°C) [A]:	2.512

CABLES AISLADOS DE MEDIA TENSIÓN

La conexión entre el embarrado de salida del transformador de potencia y la correspondiente celda de transformador de 30 kV se hace a través de tres ternas de cable de potencia de 630 mm² de aluminio, tipo RHZ1 18/30 kV y terminales flexibles, que soportan la intensidad máxima circulante de 1.725,97 A y el cortocircuito de 25 kA.

La conexión entre el transformador de SSAA y la celda correspondiente de 30 kV de SSAA se hace a través de una terna de cable de potencia de 240 mm² de aluminio, tipo RHZ1 18/30 kV y terminales flexibles, que soportan la intensidad máxima circulante de 3,08 A y el cortocircuito de 25 kA.

La conexión entre cada batería de condensadores de MT y la celda correspondiente de 30 kV de condensadores se hace a través de una terna de cable de potencia de 240 mm² de aluminio, tipo RHZ1 18/30 kV y terminales flexibles, que soportan la intensidad máxima circulante de 162,06 A y el cortocircuito de 25 kA.

1.3.4.8 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE 30 kV

SALIDA DE 30 kV

En la salida de media tensión del transformador 220/30 kV se colocará la siguiente aparamenta de exterior:

Pararrayos autoválvulas

Un juego de tres (3) unidades de pararrayos autoválvula de óxido metálico con envolvente polimérica de las siguientes características:

Instalación.....	Exterior
Cantidad	3
Corriente de descarga asignada [kA]	10
Clase de descarga	2
Tensión de funcionamiento continuo Uc [kV]	28,8
Tensión nominal Ur [kV]	36
Línea de fuga nominal [mm]	≥ 900
Nivel de aislamiento al impulso tipo rayo [kV].....	170
Margen de protección a impulsos tipo rayos	≥1,2
Norma constructiva	IEC 60099-4

Aisladores soporte

Seis (6) aisladores apoyo de nivel 30 kV tipo C10-170 de las siguientes características:

Instalación.....	Exterior
Cantidad	6
Tensión de servicio [kV]	36
Nivel de aislamiento al impulso tipo rayo [kV].....	170
Línea de fuga nominal [mm]	≥ 900
Mínima carga de rotura a Flexión [kN]	10

Mínima carga de rotura a la Torsión [kN]	2,5
Material	Porcelana
Color	Marrón
Norma constructiva	IEC 60273

Terminales para cables de MT

Juego de botellas terminales para cable unipolar RHZ1-XLPE 18/30 kV Al de 630 mm² y pantalla 16mm de cinta de Cu, con terminal para instalación en exterior.

Juego de botellas terminales para cable unipolar RHZ1-XLPE 18/30 kV Al de 240 mm² y pantalla 16mm de cinta de Cu, con terminal para instalación en interior.

REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA

Se dispone de una reactancia trifásica de puesta a tierra sumergida en aceite con objeto de crear un neutro artificial, cuyo devanado en el lado de baja tensión se encuentra en triángulo, y por lo tanto no se dispone de neutro. La ausencia de esta reactancia provoca que, ante una falta de estas características, no haya circulación de corrientes por tierra y, sin embargo, se produzcan sobretensiones, cosa no deseable. Gracias a esta reactancia, ante una falta monofásica, se limita las corrientes de defecto a tierra en el nivel de 30 kV y permite la detección directa de sobrecorrientes de neutro que alertarán al sistema. Estas intensidades están limitadas en magnitud y tiempo.

Las características y equipos que conforman la posición reactancia de puesta a tierra en este nivel de tensión son los especificados en los apartados siguientes:

Cantidad	1
Tipo	Trifásica en baño de aceite mineral
Instalación	Intemperie
Número de fases	3
Frecuencia nominal [Hz]	50
Modo de refrigeración	ONAN
Tensión de ensayo a frecuencia industrial [kV]	70
Tensión de choque [kV]	170
Conexión	Zig-Zag (ZNO)
Material de los devanados	Cobre
Máxima corriente de falta a tierra (por neutro IK) [A]	500
Duración máxima de la falta a tierra [s]	30
Máxima corriente en régimen permanente (falta resistente IN) [A]	50
Impedancia homopolar de fase [W/fase]	104
Líquido dieléctrico	aceite mineral según UNE-EN 60296
Norma de fabricación	IEC 60076-6

Transformadores de intensidad

En cada una de las fases y en el neutro llevarán incorporados internamente transformadores de intensidad tipo toroidal, para protecciones, con las siguientes características:

Una (1) unidad de transformador de intensidad para el neutro de la reactancia, a instalar en el secundario de ésta, de las siguientes características:

Tensión nominal [kV].....	36
Relación de transformación	500 / 5A
Clase de precisión.....	15 VA 5P20

Tres (3) unidades de transformadores de intensidad para protección de cada reactancia, a instalar en el primario de ésta, de las siguientes características:

Tensión nominal [kV].....	... 36 kV
Relación de transformación..... 500 / 5 A
Clase de precisión..... 5P20

CELDAS DE 30 kV

Generalidades

Desde los centros de transformación que se encuentran ubicados en las plantas fotovoltaicas “LA ESPIGA” y “EL ÁRBOL”, se realizarán las conexiones mediante la red de media tensión con la sala de media tensión de la subestación MAZARRÓN. La configuración es en simple barra, en tecnología AIS/GIS y dispondrá de las siguientes posiciones:

Tipo de Celda	Nº
Celda de protección Transformador	1
Celda de protección de Línea	3
Celda de reserva de Línea	2
Celda conexión Banco	1
Celda conexión de SSAA	1

Tabla 17. Celdas de MT

(*) Equipos para Medida de tensión en barras instalados en Celda de Transformador de Potencia.

Las características técnicas de las celdas son:

Característica	Transformador	Línea / B.Condensadores
Tipo	Blindada, servicio interior	Blindada, servicio interior
Aislamiento:	-	-
Embarrado	Aire / seco	Aire / seco
Cubículo de interruptor	SF ₆	SF ₆
Tensión nominal (kV)	30	30
Tensión Máxima de Servicio (kV)	36	36
Tensión a frecuencia industrial [kV]	70	70
Tensión soportada a impulsos tipo rayo [kV]	170	170
Intensidad nominal (A)	2000	630

Característica	Transformador	Línea / B.Condensadores
Intens. de cortoc. de corta duración (kA/s)	Max 25/1	Max 25/1
Intensidad de cortocircuito, valor cresta [kA _p]	63	63
Resistencia frente arcos internos	IAC AFLR 25 kA/1s	IAC AFLR 25 kA/1s
Interruptor automático	Vacío / SF ₆	Vacío / SF ₆
Nº de bobinas de apertura	2	2
Nº de bobinas de cierre	1	1
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)	0,30	0,30
Temperatura ambiente (OC)	-5º / 40º	-5º / 40º
Altitud (msnm)	< 1.000	< 1.000
Humedad relativa (%)	< 90	< 90
Grado de protección: Compartimento MT	IP65	IP65
Grado de protección: Compartimento BT	IP41	IP41
Detector trifásico de presencia de tensión	Incluido	Incluido
Densímetro	Incluido	Incluido

Característica	SSAA
Tipo	Blindada, servicio interior. Interruptor seccionador con fusible
Aislamiento:	
Embarrado	Aire / seco
Cubículo de interruptor	-
Tensión nominal (kV)	30
Tensión Máxima de Servicio (kV)	36
Tensión a frecuencia industrial [kV]	70
Tensión soportada a impulsos tipo rayo [kV]	170
Intensidad nominal (A)	630. Fusibles 10 A
Intens. de cortoc. de corta duración (kA/s)	Max 25/1
Intensidad de cortocircuito, valor cresta [kA _p]	63
Resistencia frente arcos internos	IAC AFLR 25 kA/1s
Nº de bobinas de apertura	1
Nº de bobinas de cierre	1
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)	0,30
Temperatura ambiente (OC)	-5º / 40º
Altitud (msnm)	< 1.000
Humedad relativa (%)	< 90
Detector trifásico de presencia de tensión	Incluido

Tabla 18. Características de las celdas de MT

Los transformadores de tensión e intensidad en cada tipo de celda son los siguientes:

Descripción	Celda de Trafo	Celda de Línea	Celda de Banco Cond.	Celda de Trafo de SSAA
Transformadores de Intensidad				
Relación de transformación	2000/5-5-5-5 A	600/5 A	200-400/5-5 A	N/A
Devanado 1	5 VA, Cl. 0,5	10 VA, 5P20	10VA, Cl. 0,5	
Devanado 2	5VA, Cl. 0,5-5P20		10 VA, 5P20	
Devanado 3	10 VA, 5P20		-	
Devanado 4	10 VA, 5P20		-	
Transformadores de tensión en posición de medida				
Relación de transformación	33: $\sqrt{3}$ /0.11: $\sqrt{3}$ -0.11: $\sqrt{3}$ -0.11:3 kV			
Devanado 1	7,5VA, Cl. 0,5			
Devanado 2	7,5VA, Cl. 0,5-3P			
Devanado 3	50VA, Cl. 3P			

Tabla 19. Características de los TTs y TIs de las celdas de MT

Características constructivas y funcionales

Las celdas son del tipo blindado de envolvente metálica con aislamiento del compartimento del interruptor en gas SF₆, de ejecución prefabricada, para instalación de interior.

Las celdas estarán divididas en los siguientes compartimentos independientes:

- Barras
- Elementos de interrupción/ corte, aislados en gas
- Entrada de cables
- Control / maniobras
- Circuitos auxiliares de BT

Las tensiones para los circuitos auxiliares serán:

Circuito de control y disparo	125 Vcc
Motor de carga de muelles	125 Vcc
Resistencias de caldeo, iluminación y tomas de corriente	230 Vac

A continuación, se indican las características de los componentes principales que pueden disponerse en las celdas:

Interruptor automático:

Los interruptores serán de tipo no extraíble, operados eléctricamente y equipados con un mecanismo de energía almacenada y serán conforme a la norma IEC 62271-100.

Serán aislados en SF₆, de tres polos y deberán disponer de un indicador visual mecánico de Cerrado/Abierto. Incluirán un sistema antibombeo.

Proporcionarán dos niveles de vigilancia de baja presión de SF6, un nivel para alarma y un segundo nivel para bloqueo.

Seccionador y seccionador de puesta a tierra:

Los seccionadores podrán ser de 3 posiciones y serán conforme a la norma IEC 62271-102.

Los seccionadores de puesta a tierra estarán enclavados con el interruptor y estarán provistos de una bobina permisiva de cierre en la celda de transformador.

Se proporcionarán indicadores o ventana de inspección para comprobar la posición del seccionador.

Fusibles:

Los fusibles podrán ser usados en la celda de alimentación de Servicios Auxiliares en combinación con un interruptor-seccionador y serán conforme a la norma IEC 62271-105.

Se alojarán en el interior de tubos portafusible estancos y éstos se ubicarán en el interior del compartimento de interruptor. Se dispondrán de elementos indicadores de la fusión del fusible.

Transformadores de intensidad y tensión:

Los transformadores de intensidad cumplirán con la norma IEC 61869-2 y serán capaces de soportar, sin daños, las intensidades de cortocircuito de la celda. Serán de tipo interior y tipo seco

Los transformadores de tensión deberán cumplir con la norma IEC 61869-3. Estarán provistos de un interruptor magnetotérmico con contactos auxiliares en el lado secundario. Serán de tipo interior y tipo seco.

La posición de los transformadores de tensión será integrada en la posición de transformador y/o barras.

Relés de protección:

Cada celda con interruptor incluirá un IED multifunción. Este equipo deberá disponer de al menos las siguientes funciones:

- Protección de Sobreintensidad (50/51/51N/50N).
- Protecciones de tensión (27/59/64) y frecuencia (81m/M) en la celda de transformador. Para la protección 64 se debe incluir una entrada independiente para el triángulo abierto formado en los trafos de tensión de barras.
- Supervisión de Circuito de Disparo. Se admitirán relés auxiliares para la segunda bobina en las celdas de trafo.
- Medición de Tensión, Intensidad, frecuencia y potencia.
- Adquisición de entradas y salidas propias de cada celda con un mínimo de 24 entradas digitales. Las salidas dependerán de los elementos a controlar en la propia celda (i.e: interruptor, seccionador, ...).
- Registrador de faltas.
- Sinóptico para control de los elementos de la posición.

Dispositivos auxiliares:

Las celdas estarán provistas de selectores Local / Remoto.

Se dispondrá de indicadores de existencia de tensión en todas las celdas.

Arco interno:

Las celdas estarán diseñadas y construidas de forma que la probabilidad de existencia de un defecto interno sea mínima. Asimismo, se tomarán las medidas necesarias para que en caso de que existiese un defecto interno, se consiga el mayor grado de protección posible para las personas.

Con el fin de conseguir el mayor grado de protección posible para el personal, las celdas serán ensayadas para soportar un arco interno, de acuerdo con la norma IEC 62271-200 y teniendo en cuenta la clase de accesibilidad tipo A y las caras accesibles.

La duración del arco será de 0,5 s para corrientes de arco iguales o inferiores a 25 kA

Enclavamientos:

Independientemente de lo citado en la norma IEC 62271-200, las celdas se equiparán con los enclavamientos eléctricos y mecánicos precisos para garantizar la imposibilidad de realizar maniobras que puedan poner en peligro a las personas y al equipo. Adicionalmente, se incluirá provisión para un enclavamiento externo al cierre en las celdas de SSAA y batería de condensadores.

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de corriente alterna se alimentarán desde un transformador trifásico Dyn11 de servicios auxiliares 30/0,42 kV aislamiento seco encapsulado, de potencia 160 kVA, de instalación interior y conectado en AT a una celda de protección. Se deberá contemplar el suministro de elementos de protección térmica (sobrepresión y temperatura). El transformador irá alojado en el interior de una envolvente metálica que deberá ser puesta a tierra por parte del instalador.

Las características principales de este transformador serán las siguientes:

Tipo.....	Seco encapsulado
Cantidad.....	1
Servicio	Continuo
Instalación.....	Interior
Potencia [kVA].....	160
Refrigeración.....	AN
Temperatura máxima ambiente [°C]	40
Tensión de devanado primario [V]	30.000
Regulación lado MT:	
Tipo.....	En vacío
Posiciones de regulación.....	±2,5 ±5 %
Número de posiciones	5
Tensión secundaria [V]	420
Grupo de conexión	Dyn11
Tensión de cortocircuito [%]	6

Frecuencia [Hz]	50
Temperatura ambiente (máx. / mín.) [°C]	40 / -25
Altitud	< 1.000 m.s.n.m.
Niveles de aislamiento en lado de AT (U_m/F.I./Rayo)	36/70/170
Niveles de aislamiento en lado de BT (U_m/F.I.)	1,1/3
Grado de protección de la envolvente	IP 31
Potencia acústica (L_{wA}, a 1m.de distancia) [dB(A)]	≤60
Norma constructiva	IEC 60076-11 / EU-548

BATERÍA DE CONDENSADORES COMPACTAS DE 8 MVAR

Se proyecta instalar una batería de condensadores formada por una cabina compacta de envolvente metálica, preparada para trabajar protegida o en intemperie (IP 55), y en cuyo interior se sitúan los condensadores, en número de 16, hasta totalizar una potencia de 8 MVAR, el transformador de intensidad para la protección de desequilibrio y el dispositivo de puesta a tierra de seguridad del equipo.

Los seccionadores de la celda de batería quedarán enclavados mediante cerradura cuya llave sólo será accesible una vez abierto el interruptor situado en la batería de condensadores.

Las características principales de este transformador serán las siguientes:

Tipo	Bastidor cerrado
Cantidad	1
Estructura	Doble estrella
Seccionador de puesta a tierra	Sí
Altitud	<1000 m.s.n.m.
Construcción	Envolvente metálica
Grado de protección	IP 44
Tensión nominal [kV]	36
Tipo condensadores	monofásicos con fusibles internos
Potencia nominal de la batería [MVAR]	8

La composición del conjunto consta de los siguientes elementos.

- Dieciseis botes de condensadores:

Potencia nominal	500 kVAr (8 MVAR)
Tensión nominal	18.200 V (18,2 kV)
Configuración	Doble estrella
- Un transformador de intensidad toroidal para desequilibrio:

Nivel de aislamiento	36 kV
-----------------------------------	--------------

Relación de transformación..... 5 / 5 A

Secundario 10VA cl. 5P10

- Un seccionador de p.a.t.:

Nivel de aislamiento..... 36 kV

Intensidad de corta duración..... 16 kA

Mando de las cuchillas Manual

- Tres reactancias monofásicas:

Tensión nominal..... 36 kV

Intensidad de corta duración..... 16 kA

Inductancia..... 50 μH

1.3.4.9 SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

GENERAL

El sistema de servicios auxiliares tiene como misión fundamental la alimentación de los circuitos de control y fuerza de los diferentes equipos, con objeto de garantizar la correcta explotación y operación de la subestación.

De forma general los servicios auxiliares estarán constituidos por un sistema de corriente alterna y otro sistema de corriente continua, de manera que se cubran las diferentes necesidades de los componentes de control, protección y medida. La medida de los SS.AA. se realizará colocando un contador de energía en el Cuadro Principal de Corriente Alterna ubicado en la sala de control.

En la subestación se instalan un transformador encapsulado de 160 kVA de relación 30.000/420 V, para el suministro de energía en baja tensión a los distintos sistemas de maniobra y control de la posición de transformación existente asociada al parque fotovoltaico, que será instalado en la sala de celdas del edificio proyectado, desde donde se tomará la energía quedando el transformador de SSAA protegido mediante una celda de servicios auxiliares con ruptofusible.

Adicionalmente, se dispone un grupo electrógeno de 160 kVA PRP para el suministro alternativo de los SSAA de la subestación.

De esta forma, los servicios auxiliares de la subestación estarán alimentados desde dos fuentes diferentes de alimentación independientes, de manera que si la primera falla (transformador de SSAA), habrá de respaldo una segunda (grupo electrógeno)

Los servicios auxiliares de cada posición estarán divididos en dos niveles de tensión:

- Servicios auxiliares de 400/230 V, en corriente alterna.
- Servicios auxiliares de 125 V, en corriente continua.

SISTEMA DE BAJA TENSIÓN. CORRIENTE ALTERNA

El cuadro de servicios auxiliares, de corriente alterna a 400/230 V, tomará la energía del citado transformador de SSAA.

Este cuadro suministrará energía a todos aquellos receptores que precisen de alimentación con corriente alterna, tales como los rectificadores de corriente continua, los equipos de control de la subestación y la alimentación de los circuitos de fuerza y alumbrado de todo el edificio.

SISTEMA DE BAJA TENSIÓN. CORRIENTE CONTINUA

Para el correcto diseño de los servicios auxiliares de corriente continua se debe considerar todas las cargas que es necesario alimentar, con la finalidad de optimizar la instalación se deberán contemplar los factores de simultaneidad, que sean de aplicación, a cada tipo de carga en función de su naturaleza

Se han considerado en el diseño los sistemas de distribución de corriente continua en 125 Vcc necesarios para la subestación. Se evitará en lo posible el uso de alimentaciones a 48Vcc. Si fuera preciso, se contemplará, en las especificaciones técnicas del equipo, que el propio fabricante deberá proveer un convertidor de 125 Vcc a 48Vcc.

Para ello, y con el fin de suministrar corriente continua a los dispositivos que lo precisan se instalarán dos equipos constituidos por baterías de plomo-ácido de 125 Vcc y sus correspondientes equipos rectificadores, con alimentación de corriente alterna independiente para cada uno de ellos.

La alimentación de los equipos de protección y control de cada posición se repartirá entre dos circuitos independientes. Cada uno de estos circuitos estará conectado a uno de los sistemas de baterías.

Cargadores

Los cargadores de baterías estáticos serán de tensión nominal de entrada 3x400 Vca, 50 Hz, tensión nominal de salida 125 Vcc.

El cargador tendrá individualmente, capacidad para alimentar todos los consumos conectados al conjunto y para mantener las condiciones de carga de flotación, y de carga rápida de las baterías.

Baterías

Las baterías serán de plomo-ácido del tipo recombinación y regulada por válvula (VRLA) de bajo mantenimiento, bien del tipo AGM o bien del tipo de gel.

Se realizará el montaje en dos (2) bancos de baterías de 125 Vcc (plomo-ácido) con sus respectivos cargadores.

El dimensionamiento se realizará de manera que una batería sea capaz de suministrar el 100% de la carga necesaria para las protecciones principales y la segunda batería suministrará alimentación a las protecciones secundarias, el resto de las alimentaciones de corriente continua se repartirán, proporcionalmente, entre ambas baterías.

La capacidad nominal de la batería tendrá 8 horas para cumplir las siguientes condiciones:

- No ser inferior a 200 Ah.
- Ser suficiente para garantizar la autonomía del sistema durante al menos 8 horas a partir de la condición de carga de la batería independientemente del valor de la temperatura ambiente (en el rango indicado), así como garantizar que el voltaje en la barra de bus de la alimentación de CC siempre permanece superior a 93 V.

Alimentación segura HMI

Para realizar la alimentación de cada uno de los dos puestos de operación (HMI) se diseñará una solución en la que use la alimentación segura del conjunto rectificador/batería (125Vdc). En caso de no ser posible alimentación directa, el proveedor de los equipos de C&P deberá contemplar un convertidor de continua.

GRUPO ELECTRÓGENO

Se instalará un grupo electrógeno de 160/176 kVA de potencia nominal y tensión 400/230 Vac trifásico, para poder hacer frente a posibles interrupciones en el suministro eléctrico. El grupo electrógeno de emergencia y sus instalaciones complementarias se ubicarán en un recinto independiente, en el exterior del edificio sobre bancada de hormigón.

El grupo electrógeno estará formado por:

- Motor diésel refrigerado por agua con radiador, arranque eléctrico y regulador electrónico de velocidad.
- Alternador trifásico de 400/230 V, 50 Hz, con regulación electrónica.
- Bancada dotada de elementos de anclaje y soportes antivibratorios.
- Una batería para arranque del motor, con su correspondiente cargador.
- Depósito de combustible diario, con capacidad para funcionamiento del grupo a plena carga, mínima de 8 horas.
- Cuadro de control y ATS (Interruptor de transferencia automática), y se debe contemplar la batería de arranque junto con el equipo. También se ubicará dentro del edificio un cuadro de transferencia automática con el propósito de conmutar de servicio normal a servicio de emergencia
- Cuadro de conmutación automática o de transferencia red-grupo para 400 A, con conmutación por seccionadores motorizados, con enclavamientos mecánicos y eléctricos, accionamiento manual de emergencia, montado sobre armario metálico.
- Cubierta metálica de chapa de acero insonorizada.
-

Las características técnicas del grupo electrógeno diésel serán las siguientes:

Tipo.....	De exterior e insonorizado
Cantidad.....	1
Potencia en servicio principal continua PRP [kVA]	160
Potencia en servicio emergencia STP [kVA]	175
Tensión nominal [kV].....	0,42 - 0,23
Frecuencia [Hz].....	50
Autonomía a plena carga [h]	8
Combustible	Diésel
Potencia acústica (L_wA, a 1m.de distancia) [dB(A)]	≤85

Alternador:

Clase de aislamientoH

Grado de Protección IP23

Factor de potencia 0,8

Velocidad nominal [r.p.m.]1.500

Excitación..... Estática (sin escobillas)

Motor:

Disposición:..... En línea

Tipo de refrigeraciónAire/Agua + refrigerante

Regulación de velocidad Electrónica

Norma constructiva UNE-EN 60034

1.3.4.10 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

RED DE TIERRAS INFERIORES

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación se proyecta dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno a una profundidad mínima de 0,8 m, formando retículas lo más uniformes posible a lo largo de toda la superficie de la instalación que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificio y cerramiento.

Se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

La puesta a tierra estará formada por:

- Electrodo tipo malla enterrada de cable de cobre.
- Líneas de Tierra, que serán conductores de cobre desnudo que conectarán los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo con las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

Las uniones de la malla de los conductores y de las derivaciones de las tomas de tierra se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas de alto punto de fusión tipo Cadweld.

Según especificación de la ITC-RAT 13, a esta malla se conectarán las tierras de protección (herrajes metálicos, armaduras, puertas, bastidores, etc.) con el fin de aumentar la seguridad del personal que transite por la subestación y las de servicio, como son los neutros del transformador de potencia, los neutros de los transformadores de tensión e intensidad, los de las reactancias o resistencias, y las puestas a tierra de las protecciones contra sobretensiones.

En aplicación del reglamento de alta tensión, una vez efectuada la instalación de puesta a tierra se medirán las tensiones de paso y de contacto, asegurándose de que los valores obtenidos están dentro de los márgenes que garantizan la seguridad de las personas.

RED DE TIERRA AÉREA

Se instalarán cinco pararrayos tipo punta Franklin, con el fin de proteger la instalación frente a descargas atmosféricas. Dos de los pararrayos se situarán sobre el tejado del edificio de control que se construirá, uno anexo al transformador a instalar, y los dos restantes se colocará en el pórtico de la salida rígida de la línea de 220 kV.

1.3.4.11 SISTEMA DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA

Los equipos de protección, control y medida permitirán la operación y el mantenimiento seguro de la subestación.

La instalación estará dotada con un sistema integrado de protección y control (Sipco) de tecnología digital. Se podrán considerar equipos con funciones de control y protección unificando ambas funciones en un mismo IED. Los equipos de control y protecciones realizarán la medida de parámetros eléctricos de la posición (I, U, P, Q, $\cos\phi$ y frecuencia).

SISTEMA DE CONTROL

Se instala un sistema de control integrado (SCI) que permitirá el control, la monitorización y el registro de eventos del sistema. Se diseñará de tal forma que permitirá recoger en tiempo real la información de la subestación, realizando su almacenamiento local y proporcionando control e interfaz de enlace remoto con el nivel superior de operación. A través del HMI se tendrá la gestión de dicha información, permitiendo la ejecución de órdenes remotas sobre los elementos de campo y la visualización y configuración de ajustes básicos de los equipos.

El sistema de control integrado estará basado en la unión de sistemas jerárquicos y diferenciados:

- Unidad central de la subestación (UCS) (nivel 3). Incluirá la Unidad de control de la subestación (RTU) que coordinará las funciones del sistema de control y tendrá funciones de sistema SCADA de la subestación, sirviendo como enlace con el SCADA de la planta fotovoltaica. Se considera la instalación de un armario dedicado para la UCS y el HMI en la sala de control del nuevo edificio eléctrico, en el que se incluirán también equipos de comunicaciones para realizar el control y los equipos de sincronización horaria.
- Unidades de control y protección de cada posición (UCP) (nivel 2). Realizarán funciones de adquisición de datos y medida, permitirán la selección del modo de operación local-remoto, ejecutando ordenes en modo local y permitiendo realizar enclavamientos de operación. Para el sistema de servicios auxiliares de la subestación se considera una UCP que podrá estar integrada dentro de la RTU o podrá ser un equipo independiente instalado en el armario de la UCS.
- Consola local de control (tipo PC). Permitirá gestionar localmente la información de la subestación.

La comunicación entre los diferentes equipos en el interior del armario se realizará con cable ethernet, con configuración en estrella y de forma que siempre se permita la conexión directa entre

UCPs de distintas posiciones sin necesidad de pasar por la UCS. El protocolo de comunicaciones para el telecontrol entre la UCS (nivel 3) y las UCPs (nivel 2) será según IEC 61850 (GOOSE).

También se incluye un equipo analizador de redes para la gestión de la calidad de suministro de la instalación.

SISTEMA DE PROTECCIÓN

El sistema de protección asociado a la posición de transformación minimizará los efectos debidos a perturbaciones del sistema y evitará posibles daños en los equipos actuando de forma rápida, segura, fiable y selectiva.

Se proporcionará protección ante cortocircuitos, sobrecalentamientos, subtensiones, sobretensiones y desequilibrio de fases. En todo punto la instalación será redundante considerando una protección principal y otra de respaldo en IED diferente para cubrir fallos en la protección principal. Cada sistema se alimentará de una fuente de corriente continua independiente.

Los relés de protección dispondrán de registro cronológico de eventos, registro de faltas y señalización de anomalía de relé.

Protecciones posición de línea 220 kV

Para la posición de línea se considerará una protección principal y una protección secundaria con las siguientes funciones:

- Protección diferencial de línea (87L-1 y 87L-2).
- Protección distancia (21-1 y 21-2) (Deshabilitada para este caso)
- Protección de mínima tensión (27-1 y 27-2).
- Protección de máxima tensión (59-1 y 59-2).
- Protección de máxima tensión homopolar (59N-1 y 59N-2).
- Protección de sobreintensidad direccional de neutro (67N-1 y 67N-2).
- Fallo interruptor (50S-62).
- Protección fallo interruptor (50BF).
- Supervisión del circuito de disparo (3-1 y 3-2).
- Teledisparo (94TD).
- Funciones de oscilografía y registro de eventos (OSC).
- Señalización de anomalía del propio relé (Watchdog).
- Comunicación por IEC 61850 (GOOSE).
- Sinóptico con funciones de mando y control de los elementos de la posición.

Para la comunicación entre las protecciones diferenciales de línea de ambos extremos se considera una comunicación por fibra óptica monomodo directa. Las protecciones diferenciales serán del mismo fabricante y modelo en ambas subestaciones.

Protecciones posición de transformación 30/220 kV

Para la posición de transformación se considerará una protección principal y una protección secundaria con las siguientes funciones:

- Protección diferencial de transformador (87T-1 y 87T-2).
- Protección de sobreintensidad temporizada de fases (51-1 y 51-2).
- Protección de sobreintensidad temporizada de neutro (51N-1 y 51N-2).
- Protección de sobreintensidad instantánea de fases (50-1 y 50-2).
- Protección de sobreintensidad instantánea de neutro (50N-1 y 50N-2).
- Protecciones propias del transformador y del cambiador de tomas:
 - Protección Buchholz (63B).
 - Protección sobrepresión (63L).
 - Protección de presión de gas (63J).
 - Protección térmica (26T).
 - Protección imagen térmica (49T).
 - Nivel de aceite del regulador (63N y 63NT).
 - Protección sobrepresión (63LCTC).
- Funciones de regulador del voltaje (90).
- Funciones de disparo y bloqueo con reposición manual (86-1).
- Funciones de oscilografía y registro de eventos (OSC).
- Señalización de anomalía del propio relé (Watchdog).
- Comunicación por IEC 61850 (GOOSE).
- Sinóptico con funciones de mando y control de los elementos de la posición.

Protecciones reactancia P.A.T. posición de transformación 30/220 kV

Para la reactancia se considerarán las siguientes funciones de protección:

- Protección de sobreintensidad temporizada de fases (51).
- Protección de sobreintensidad temporizada de neutro (51N).
- Protección de sobreintensidad instantánea de fases (50).
- Protección de sobreintensidad instantánea de neutro (50N).
- Protecciones propias de la reactancia de puesta a tierra:
 - Protección Buchholz (63BZ).
 - Protección sobrepresión (63LZ).
 - Protección térmica (26TZ).

- Nivel de aceite (63NZ).
- Funciones de oscilografía y registro de eventos (OSC).
- Señalización de anomalía del propio relé (Watchdog).
- Comunicación por IEC 61850 (GOOSE).
- Sinóptico con funciones de mando y control de los elementos de la posición.

Las funciones asociadas a la reactancia podrán ser incorporadas a la protección principal del transformador, por lo que no sería necesario un IED específico.

Protecciones de celdas 30 kV

Los IEDs de las posiciones de 30 kV se ubican en las propias celdas de MT. Para cada una de las posiciones se consideran las siguientes protecciones:

- Protecciones posición de transformación:
 - Protección de sobreintensidad instantánea de fases y de neutro (50/50N).
 - Protección de sobreintensidad temporizada de fases y de neutro (51/51N).
 - Protección de sobretensión y de sobretensión homopolar (59/59N/64).
 - Protección de subtensión (27).
 - Protección de subfrecuencia y de sobrefrecuencia (81m/81M).
 - Protección fallo interruptor (50BF).
 - Funciones de supervisión de bobina de disparo (3).
 - Funciones de oscilografía y registro de eventos (OSC).
 - Señalización de anomalía del propio relé (Watchdog).
 - Funciones de medida (I, U, P, Q, $\cos\phi$ y frecuencia).
 - Comunicación por IEC 61850 (GOOSE).
 - Sinóptico con funciones de mando y control de los elementos de la posición.
- Protecciones posiciones de línea:
 - Protección de sobreintensidad instantánea de fases y de neutro (50/50N).
 - Protección de sobreintensidad temporizada de fases y de neutro (51/51N).
 - Protección de sobretensión (59).
 - Protección de subtensión (27).
 - Protección de subfrecuencia y de sobrefrecuencia (81m/81M).
 - Funciones de supervisión de bobina de disparo (3).
 - Funciones de oscilografía y registro de eventos (OSC).
 - Señalización de anomalía del propio relé (Watchdog).

- Funciones de medida (I, U, P, Q, $\text{Cos}\phi$ y frecuencia).
- Comunicación por IEC 61850 (GOOSE).
- Sinóptico con funciones de mando y control de los elementos de la posición.
- Protecciones posición de batería de condensadores:
 - Protección de sobreintensidad instantánea de fases y de neutro (50/50N).
 - Protección de sobreintensidad temporizada de fases y de neutro (51/51N).
 - Protección de sobretensión (59).
 - Protección de sobretensión en bancos de condensadores (59C).
 - Protección de subtensión (27).
 - Protección de subfrecuencia y de sobrefrecuencia (81m/81M).
 - Protección de sobreintensidad direccional de fases y de neutro (67/67N).
 - Protección de sobreintensidad direccional de neutro secundario (67Ns).
 - Protección de sobreintensidad en bancos de condensadores (51C/51NC).
 - Funciones de supervisión de bobina de disparo (3).
 - Funciones de oscilografía y registro de eventos (OSC).
 - Señalización de anomalía del propio relé (Watchdog).
 - Funciones de medida (I, U, P, Q, $\text{Cos}\phi$ y frecuencia).
 - Comunicación por IEC 61850 (GOOSE).
 - Sinóptico con funciones de mando y control de los elementos de la posición.
- Protecciones posición de servicios auxiliares:
 - Protección de sobretensión (26T).

ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN

Los equipos necesarios para realizar las funciones de control, protección y medida de la posición de 220 kV se ubican en armarios dentro de la sala de control del edificio eléctrico. Para la posición se considera un armario con las protecciones de línea de 220 kV y otro armario para las protecciones del transformador 220/30 kV, dándose la opción de unificar todas las protecciones dentro de un único armario como posición línea-trafo.

Los armarios son de apertura frontal con un bastidor pivotante de racks de 19" y una puerta con escotadura de vidrio templado o policarbonatado. Dentro del armario se ubicarán los relés de control, protección y medida, relés auxiliares, magnetotérmicos de alimentación, pulsadores, canaletas, bornas y equipos de comunicación. Los relés de protección y control se instalan en la puerta pivotante del armario mediante montaje en rack empotrado en panel.

La parte posterior del armario estará totalmente cerrada, permitiéndose el acceso únicamente por la parte frontal.

Los armarios dispondrán de pletina de cobre para puesta a tierra.

MEDIDA FISCAL

Cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto y en particular con las instrucciones técnicas complementarias para puntos de medida de tipo 1, potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh, se instalarán contadores con clase de precisión 0,2s para la energía activa y clase de precisión 0,5 para la medida de la energía reactiva tanto para la medida principal como para la medida comprobante.

La medida fiscal de la potencia generadas se realizará mediante las referencias de intensidad y tensión de los transformadores de medida instalados en la salida de la nueva posición de línea. El equipamiento necesario que se ha previsto para el consumo de energía será la siguiente:

- Contador de energías activa y reactiva con conexión a 4 hilos, simple tarifa y clase de precisión $\leq 0,2s$ para la energía activa y clase de precisión $\leq 0,5$ para la energía reactiva. El registro de energía activa y de energía reactiva será realizado en todos los sentidos en los que sea posible la circulación de energía. En el caso contador de energía activa estático, deberá contar con el correspondiente certificado de conformidad para su clase de precisión según las normas UNE-EN 62053-21 y UNE-EN 62053-22. En el caso contador de energía reactiva estático, deberá contar con el correspondiente certificado de conformidad para su clase de precisión según la norma UNE-EN 62053-23.
- Registrador-discriminador tarifario, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y para dar apoyo a la teletransmisión. Podrá tener la función de máxímetro y de acumulación de curvas de carga y podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida. El periodo de integración será de 15 minutos, aunque deberá ser posible su parametrización a valores inferiores. El registrador podrá estar integrado en un contador combinado o constituir un dispositivo independiente del contador.

El punto de medida ha de estar teledicado por lo que el armario de medida dispondrá de un módem para red telefónica conmutada que deberá ser compatible con el puesto central de teledicida.

Para permitir la lectura local y la parametrización modo local los equipos dispondrán de al menos un canal de comunicación y de un visualizador de la energía que circula que garantice su lectura tras la ausencia de tensión de red.

Para la medida de facturación de la instalación de generación se instalarán una medida principal y otra comprobante. Ambas estarán a menos de 500 m del punto de conexión, en la posición de salida de línea de 220 kV de la subestación MAZARRÓN.

1.3.4.12 SISTEMA DE COMUNICACIONES

El sistema de comunicaciones deberá permitir el mando y la monitorización en remoto de la subestación, así como realizar las tareas de telemando, telegestión y teledicida. En la sala de control y comunicaciones del edificio eléctrico se instalará un armario de comunicaciones con los equipos necesarios.

La arquitectura de protección inicialmente definida se podrá ver condicionada en fase de ingeniería y puesta en marcha por criterios de coordinación y selectividad de protecciones, arquitectura de equipos, programaciones lógicas de control y tipología de comunicaciones entre otros.

El sistema de comunicaciones deberá contar con los dispositivos necesarios para establecer el enlace entre la subestación y al menos tres dispositivos de nivel superior, como son el SCADA de la planta fotovoltaica y el Centro de control remoto. Para esta comunicación los protocolos de comunicaciones considerados serán los habitualmente usados en este tipo de enlaces: IEC 60870-5-104, DNP-3 o similar.

Los armarios de control y protecciones de 220 kV incluirán un switch para las comunicaciones de los IEDs del propio armario y la UCS.

Para las comunicaciones de los IEDs de las celdas de MT se considera un switch en la sala de celdas MT, este switch podrá ir instalado en una celda o en un cuadro dedicado.

En el armario de la UCS se instala un switch de UCS para la comunicación con los equipos de la subestación y un switch O&M para el enlace de la UCS con el SCADA de la planta fotovoltaica.

Las comunicaciones se establecerán a través de los cables de tierra con fibra óptica OPGW en la línea de 220 kV con la subestación de cabecera. El armario de comunicaciones deberá contar con repartidores ópticos tipo rack, con bandejas de empalme y los conectores necesarios para la conexión de hasta 48 fibras ópticas procedente de cada OPGW de la línea de alta tensión.

Las comunicaciones de fibra óptica entre armarios se realizarán mediante cables con protección antirroedores.

1.3.4.13 SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

La subestación contará con una serie de sistemas que complementan la operatividad de la misma garantizando la seguridad en condiciones de riesgo o simplemente manteniendo las condiciones ambientales suficientes.

- Instalación de Iluminación
- Instalación de Fuerza.
- Sistema contra incendios.
- Sistema de climatización y extracción de aire.
- Sistema anti-intrusismo.
- Materiales de protección, seguridad y señalización.

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Alumbrado exterior

El sistema de iluminación exterior será diseñado en base a los siguientes tipos de circuitos:

- Alumbrado viales perimetrales. Alumbrado normal + Emergencia:

Circuito de alimentación segura para luminarias dispuestas en el perímetro interior de la subestación y viales, asegurando un grado de iluminación suficiente para llegar a las diferentes estructuras, desde la puerta de entrada. Serán del tipo luminaria montada sobre báculos.

El alumbrado de emergencia se configurará para encenderse automáticamente cuando haya una falla con la iluminación general y cuando el voltaje de este último cae al menos en un 70% de su valor nominal.

- Alumbrado esencial para áreas de mantenimiento y fachada del edificio:

Circuito de alumbrado esencial para luminarias dispuestas en las áreas de trabajo de la subestación. Serán del tipo proyector colocadas sobre pared o estructura de la subestación. La iluminación esencial deberá ser alimentada en forma normal desde las redes de servicios auxiliares de corriente alterna esenciales.

Dentro de este mismo alumbrado, se deberá iluminar también mediante sensor de detección de movimiento, la puerta de entrada de la subestación.

Para el diseño se tendrán en cuenta los siguientes criterios lumínicos:

- Los niveles medio de Iluminación (lx) a alcanzar serán:
 - Áreas de trabajo con altos requisitos visuales: 500 lux.
 - Áreas de trabajo con bajos requisitos visuales: 300 lux.
 - Parque Exterior (areas de mantenimiento): 50 lux.
 - Viales iluminados por báculos de alumbrado: 10 lux.

- Tipos de luminarias a utilizar para el diseño:
 - Para alumbrado de trabajo y de la fachada del edificio se emplearán proyectores tipo LED.
 - Para alumbrado vial de la SET se emplearán báculos con luminaria tipo LED, de altura no inferior a 6 metros. Las obras civiles relacionadas con el sistema de iluminación serán los pequeños cimientos donde se instale el báculo de alumbrado y las arquetas para su conexión a los cables eléctricos.
 - Para el alumbrado de las salas del edificio se emplearán luminarias tipo LED.

- La iluminación tendrá una tensión de alimentación 400/230 Vca.

Sistema de alumbrado de emergencia del edificio de instalaciones

El Real Decreto 486/1997 establece que, en los lugares de trabajo, o parte de estos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores, se deberá disponer de un alumbrado de emergencia, de evacuación y de seguridad. Su función es la de facilitar la evacuación segura del personal en caso de fallo de la iluminación funcional.

La cantidad de luminarias de emergencia serán las suficientes de tal manera que proporcionen vías de escape, sin posibilidad de confusiones, a las personas, que, en condiciones de emergencia, se vean obligadas a abandonar los recintos en los que se encuentren. Para el alumbrado de evacuación se mantendrá 1 lux a nivel del suelo con una uniformidad de 0,4, para el alumbrado ambiente o antipánico se debe mantener una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux desde el suelo hasta una altura de 1 metro, garantizándose que la uniformidad sea superior a 0,4.

Las luminarias deben ser autónomas, estancas IP65 tipo LED provistas con kit de emergencia de 60 minutos, que actuarán cuando el nivel de tensión sea inferior al 70% de la tensión nominal La iluminación de emergencia deberá ser alimentada en forma normal desde las redes de servicios auxiliares de corriente alterna esenciales (Grupo electrógeno).

FUERZA

Se instalarán tomas de fuerza combinadas de 1 base trifásica 3P+T (32 A) y 2 bases monofásicas 2P+T (16 A) en cuadros de intemperie IP65 resistente a los rayos UV y montaje anclados a las estructuras existentes, de forma que cubran el parque, así como en la zona del transformador de potencia para que haya disponible una toma en caso de ser necesario realizar filtrado del aceite del transformador de potencia.

En el edificio de instalaciones se dispondrán tomas de corriente 2P+T (16 A) y 2P+T (25 A) suficientes, en función del número de estancias y de la funcionalidad de las mismas. En la sala de celdas de media tensión se instalará una toma de corriente 4P+T (25 A).

SISTEMA CONTRA INCENDIOS

El edificio dispondrá de todos los elementos necesarios para la detección de incendios acordes a la normativa europea. El sistema de detección de incendios incorporará como mínimo los siguientes elementos:

- Central de incendios analógico con capacidad de sectorización de las distintas salas.
- Detectores de humos analógico en el techo de las salas y detectores óptico-térmico de humos y temperatura en caso de que sea necesario en falsos techos o suelo técnico.
- Sirena interior analógica.
- Flash de alarma analógico.
- Sirena óptico-acústica de exterior analógica.
- Pulsador de alarma analógico.
- Todos los elementos característicos del sistema de extinción y alarma pulsadores de alarma, extintores, equipos contraincendios deberán estar señalizados perfectamente mediante carteles de señalización fotoluminiscentes, según las normas UNE-23033-1, UNE-23034 y UNE-23035-1.
- Se suministrarán equipos de extinción manual. El número de extintores vendrá determinado por la normativa y por las variaciones en la tipología y dimensiones de los recintos a considerar en el proyecto. Como orientación se proponen los siguientes por cada una de las salas:
 - Un Extintor de Polvo ABC Polivalente de 6 Kg. (eficacia mínima 21A-113B-C).
 - Un Extintor de Anhídrido Carbónico (CO₂) de 5 Kg. (eficacia mínima 89B).
- Se debe prever el suministro de un carro con un extintor portátil para el parque de 220 kV.

SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y EXTRACCIÓN DE AIRE

El sistema de aire acondicionado será diseñado para crear un clima adecuado en el local o para la operación del equipo en presencia de personal.

Para diseñar el sistema de ventilación se tendrá en cuenta las características del edificio, orientación y materiales, así como las cargas térmicas originadas por los equipos eléctricos que hay que disipar.

En cuanto a las diferencias de temperatura, se ha considerado que todas las salas del edificio se encuentran a una temperatura similar, por lo que no existen intercambio de calor entre las diferentes salas.

- Para las salas con necesidad de climatización, aquellas que exijan una temperatura para confort o rendimiento de equipos, sólo será considerado el caudal resultante del siguiente criterio:
 - Evacuación de calor.
- Para las salas la necesidad de ventilación (Natural o forzada) será el mayor de los caudales resultantes de los calculados según cada uno de los siguientes criterios:
 - Evacuación de calor.
 - Renovaciones de aire.

El tipo de sistema que se utilizará en sala de armarios de BT, sería mediante Split controlado por termostato.

La sala donde se ubican las celdas y el trafo de SSAA tendrá ventilación natural, mediante un sistema de renovación de aire con rejillas. En caso de necesidad de tener que cumplir mayores requerimientos, se dispondrán en estas salas extractores helicoidales de tipo mural contralados por termostato digital y reloj.

SISTEMA DE ANTI-INTRUSIÓN, CCTV Y CONTROL DE ACCESOS

Se considerará la instalación de un sistema de vigilancia integrado, compuesto de subsistemas CCTV y alarma de intrusión.

Sistema CCTV

El sistema de CCTV está compuesto por:

- Sistema grabador digital IP para la grabación en tiempo real, con capacidad para almacenar y transmitir a través de diversos tipos de redes.
- Cámaras CCTV 360° de instalación interior/externo con sensor CCD y acceso IP, colocadas en la fachada del edificio, mediante ménsulas suministradas por el propio equipo.

Las cámaras para exteriores serán del tipo ajuste horizontal/vertical tipo “ABUS Smart Security World” o similar con visión nocturna por infrarrojos. El radio de grabación se puede controlar a través de la aplicación; puede girarse horizontalmente (izquierda y derecha) 270° y verticalmente (arriba y abajo) 90° para cubrir toda la zona.

Sistema de intrusión

El sistema de intrusión estará compuesto por sensores volumétricos instalados en el interior del edificio eléctrico, además de un pulsador de detección de intrusión. Los sensores permitirán un área supervisada de 360°.

Para la protección física perimetral se instalarán:

- Valla de seguridad con protección anti-escalada, resistente a cortes e integrada.
- Sistema de detección de corte interior.

1.3.4.14 OBRA CIVIL

OBRA CIVIL INTEMPERIE

Descripción

La subestación se aloja en un recinto vallado en el que habrá que desarrollar diversas obras civiles, para que pueda cumplir las funciones previstas, entre las que destacan las siguientes:

- Explanación y nivelación del terreno
- Ejecución y/o acondicionamiento de accesos.
- Excavación y hormigonado de anclajes de aparamenta.
- Realización de las zanjas para la red de tierras.
- Realización de las atarjeas exteriores para el paso de cableado de control y potencia con tapas de hormigón.
- Bancada para el transformador de potencia.
- Foso de aceite asociado al transformador, ubicado en las cercanías del mismo.
- Realización del vallado perimetral con malla de simple torsión y alambre de espino.
- Extendido de capa de gravilla de remate.

Movimiento de tierras

Se efectuarán los correspondientes movimientos de tierras a fin de conseguir las explanaciones necesarias para el acceso a la subestación desde el camino de acceso y para su construcción. El acabado será consonante con la vegetación de la zona.

Los desmontes o terraplenes no tendrán una altura superior a 2 m y la explanada será cómo mínimo de categoría E1.

Cuadro de superficies Construidas

Explanada de subestación.....	1.952,00 m ²
Edificio de control.....	110,00 m ²

Sistema de tierras inferior

Se realizarán las excavaciones necesarias para el enterramiento del mallado de cable de cobre que forma la red de tierras de la subestación siendo la profundidad de 0,8 m bajo el NTE. Además, se enterrarán dos tierras perimetrales, uno exterior a la valla del recinto más otro interior, junto con otro en el exterior del edificio de control, cumplimiento a las exigencias descritas en la ITC-RAT 13 del “Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación”.

A esta malla se conectarán el cable de cobre y las pantallas de los cables de las líneas subterráneas, las tierras de protección y las tierras de servicio. Con esta configuración de electrodo se reducen casi completamente las tensiones de paso y contacto a niveles admisibles, anulándose el peligro de electrocución del personal de la instalación.

Todas las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión tipo Cadwell, y los cables de tierra se fijarán a los soportes metálicos de la aparamenta de la subestación con piezas de conexión a compresión adecuadas.

Red de drenaje

La red de drenaje de la subestación se diseñará con una pendiente del 0,5-1% y se calculará en función de la intensidad de la lluvia en la zona.

Se instalará una conducción subterránea de zanjas dren con tubo drenante y manta geotextil, a modo de árbol, que conducirán el agua hacia el exterior de la subestación a través de un tubo colector que desaguará al exterior de la parcela.

Dichas zanjas se rellenarán después con árido dren.

Se instalarán las correspondientes arquetas, canalizaciones, cunetas y pozos de recogida, los cuales deberán ser accesibles para un posible mantenimiento, constituyendo una completa red de evacuación del agua de lluvia.

Las aguas procedentes de las cubiertas se recogerán a través de sumideros, conectados mediante bajantes a desaguar en imbornales, y de éstos a la red de aguas pluviales.

El agua que pudiera entrar en los canales de cables del parque se eliminará a través de pequeños espacios situados en la base de estos, que evacuarán hacia un tubo dren, que también discurrirá bajo los canales de cables, y se enlazarán con la red general.

Los viales de rodadura tendrán desniveles, con pendientes hacia las zonas perimetrales, para evitar la acumulación de agua en cualquier punto de estos.

Accesos y viales

Los viales en el interior de la subestación tendrán 4,0 m de ancho de calzada como mínimo.

El vial de acceso que da entrada a la subestación tendrá 6,0 m de ancho de calzada como mínimo y cumplirá con los siguientes requerimientos:

- Capacidad portante para un vehículo de 15.000 kg con ejes separados 4,5 m, y actuando 5.000 kg sobre el eje delantero y 10.000 kg, sobre el eje posterior, con una sobrecarga de uso de 2.000kg.
- En los tramos curvos el carril de rodamiento ha de quedar delimitado por el trazado de una corona circular, El radio horizontal mínimo de las carreteras interiores debe ser de 15,0 m y, en cualquier caso, adecuado para la movilización de todos los materiales durante la fase de construcción, así como durante la actividad de O&M. El radio longitudinal deberá siempre ser superior a 200 m, con una anchura libre para la circulación de 7,20 m.
- Altura libre que permita el paso de un vehículo de 3,50 m, de altura, con un margen de seguridad de 0,20 m.
- Pendiente inferior al 10%.

Transformador de potencia

Para la instalación del transformador de potencia se proyecta la construcción de una bancada. Se ha proyectado un depósito de hormigón enterrado, formada por una cimentación de apoyo y un foso para recogida del aceite, con un volumen mínimo de captación de al menos el 130% del volumen

total de aceite del transformador, que dispondrán de un sistema de sifón donde se conecta a la tubería de salida que descarga en un depósito enterrado.

Las distancias horizontales entre el transformador y el borde interno del sumidero del transformador serán como mínimo 20% H, siendo H la altura máxima del transformador considerando el conservador.

El volumen mínimo del tanque subterráneo debe ser 10 m³.

La pendiente mínima para que circule el líquido es 1% y el tubo de conexión de diámetro 200 mm, al tanque subterráneo.

La bancada estará constituida por muros de cemento armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará cubierta con rejilla tipo trámex o similar galvanizada en caliente. Sobre la malla se colocará una capa de grava de diámetro 40 a 60 mm y con una altura de 15 cm aproximadamente.

Independientemente, se diseñará un depósito de aceite, anexo al transformador de potencia, para ser capaz de almacenar el volumen de aceite del transformador, donde las dimensiones de este depósito contendrán un volumen de al menos el 40% de la capacidad total de la o las fosas de recogida de aceite que se conecten al él. Habrá un sistema de alarma a la UCS tanto en el foso de recogida de aceite como en el depósito enterrado.

Se utilizará hormigón armado HA-25/P/20 con resistencia característica $f_{ck} = 250 \text{ kp/cm}^2$.

Estructuras metálicas

Consiste en construir los cimientos soporte de las estructuras metálicas de los sistemas de 220 kV y 30 kV.

Los perfiles utilizados serán de acero S275JR o S355JR según norma UNE-EN 10025. Las conexiones serán como mínimo de calidad 5.6 o 8.8 según norma UNE-EN 20898/1-2.

Los pernos de anclaje serán como mínimo de calidad B500 S según norma UNE-EN 36068, y tendrán un diámetro mínimo de 16 mm. Las soldaduras como mínimo electrodo E60XX o E70XX.

Para los bastidores encargados de soportar los conductores de alta tensión conectados al transformador de potencia, así como la aparatada de medida y protección, se utilizarán cimentaciones del tipo "zapata aislada" de hormigón armado en estructuras altas y hormigón en masa par estructuras bajas (excepto armaduras para retracción del hormigón) y traerán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado). Además, la profundidad de la cimentación no será inferior a 0,80 m.

Se preverán en las cimentaciones la canalización que permita facilitar el trazado de los cables de la red de tierras y de los conductores de control hasta la sala de armarios de control, además de realizar canalizaciones de tubo de PVC que permitan el paso de los latiguillos de tierra hacia las estructuras metálicas, y de ahí a los equipos.

Canalizaciones eléctricas

Para el tendido de cables desde los aparatos eléctricos hasta los cuadros de control de la subestación, se ha previsto tubos enterrados y una red de canalizaciones de cables con sus correspondientes tapas de registro.

Estas canalizaciones estarán formadas por zanjas, arquetas y tubos, enlazando los distintos elementos de la instalación para su correcto control y funcionamiento.

La profundidad media de la superficie superior de los cables será no inferior a 80 cm por debajo de la pendiente final a lo largo de la ruta de cable dentro de la valla HV-ESS.

Las zanjas de cables son del tipo normalizado, con una anchura mínima de 0,45 m interior, con tapas de hormigón prefabricado de 0,54 m.

El cruce de viales dentro de la subestación se realizará con tubos hormigonados.

Cierre de la subestación

Todo el recinto de la subestación estará protegido por un cierre de enrejado simple torsión galvanizado y soportada por postes de acero para evitar el acceso a la misma de personas ajenas al servicio.

La altura del cierre será como mínimo de 2,20 m de acuerdo con lo especificado en el punto 3.1 de la ITC-RAT 15, del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos.

Elementos auxiliares de seguridad

En el edificio de la subestación se ha dispuesto de equipos de detención y extinción de incendios.

Los equipos de detención constarán de una serie de elementos detectores, instalados en lugares apropiados, que ante la presencia de humos unos y calor otros actuarán como alarmas.

Los equipos de extinción de incendios constarán de extintores portátiles de espuma carbónica, nieve carbónica.

Se colocarán los materiales de seguridad para las tensiones de 220 kV y 30 kV, tales como banquetas, detectores de tensión, pértigas, guantes aislantes, etc. así como los carteles indicaciones con las 5 reglas de oro, límite de zona de trabajo y requisitos previos.

OBRA CIVIL EDIFICIO

Se construirá un edificio con las instalaciones necesarias, contando con las siguientes dimensiones exteriores de 11,00 metros de largo por 10,00 metros de ancho, contando con las siguientes salas:

- Sala de Celdas 1: 38,33 m².
- Sala de Control 1: 58,28 m².

Movimiento de tierras

Previo limpieza y desbroce del solar y en presencia de la dirección facultativa de la obra, se efectuará el replanteo de acuerdo con el plano de planta, para proceder a la excavación de las zapatas y zanjas de cimentación, debiendo en cualquier caso llegar con los pozos de las zapatas hasta encontrar el terreno resistente de acuerdo con los datos del terreno.

En cualquier caso, se extremarán durante la excavación las medidas de seguridad, procediendo a realizar las entibaciones necesarias.

Cimentación

Se plantean cimentaciones con zapatas aisladas, unidas por vigas de atado, dadas las características y resistencias del terreno sobre el que se sustentará el mismo.

En el caso de cimentaciones superficiales, el nivel inferior estará al menos a 0,80 m por debajo de la rasante.

Los cimientos se llenarán de hormigón de la resistencia característica adecuada, habiéndose limpiado previamente todas las tierras caídas durante la excavación.

Antes de proceder al hormigonado se colocarán los anclajes de pilares y muros, así como las armaduras de zapatas.

Los muros de cimentación, así mismo, se ajustarán a las especificaciones contenidas en los planos y demás documentos del presente proyecto.

Solera

La solera se ejecutará sobre un relleno de tierras compactadas al 95% del proctor modificado, con hormigón de resistencia característica adecuada, con juntas de construcción distribuidas con una interdistancia máxima de 8,00 m.

Los pavimentos serán de solera de hormigón de 15 cm de grueso con mallazo equipotencial de 30x30 cm. formado por redondos de diámetro 6 mm. En los espacios exteriores (recinto de entrada) se dejará una solera de hormigón visto para las rampas de acceso y una acera frontal de 1,0 m rematada con baldosa hidráulica.

La solera se ejecutará con una pendiente hacia los sumideros.

La terminación de las soleras que deban de quedar vistas sin revestimiento de solado posterior se ejecutará mediante fratasado mecánico con acabado en cuarzo.

Estructura

Se plantea una estructura a base de pilares metálicos, sobre los que se asientan las cerchas de formación de pendiente y las correas necesarias para la realización de los faldones de la cubierta.

Cubiertas

La cubierta del edificio será a dos aguas, colocada sobre correas metálicas y con pendientes descendentes del 30% y realizadas de teja cerámica curva colocada sobre faldones construidos con placas cerámicas autoportantes tipo ITECE.

Albañilería

La fachada exterior se resolverá mediante elementos prefabricados de hormigón armado o a base de bloques vistos tipo Split de mortero de cemento en color paja, jaharrado interior de mortero de cemento, cámara con aislamiento, tabique de hueco doble y lucido interior de yeso, remarcando los cabeceros y vierteaguas de las ventanas, con piezas de bloque visto tipo liso de manera que queden realzados los citados huecos.

Las distribuciones interiores se realizarán con tabique hueco doble lucido de yeso por ambas caras.

Las estancias correspondientes a la sala de control contarán con falso techo registrable a base de placas de escayola.

Solados y alicatados

Todos los solados del edificio se ejecutarán de terrazo microgramo gris.

El cuarto de celdas presentará un suelo técnico, formado por piezas de panel tipo “permalí” desmontables, montadas sobre perfilera metálica específica, de manera que pueda ser practicable el espacio bajo el mismo, por donde discurren todos los cableados de control y potencia.

El pavimento exterior se resolverá a base de piezas de terrazo para exteriores antideslizantes, con dimensiones de 30x30, rematadas por un bordillo de remate.

Carpintería

La carpintería interior se ejecutará en madera para barnizar.

La carpintería exterior se ejecutará de aluminio anodizado en color, en las ventanas correspondientes a la sala de control y despacho, siendo de piezas prefabricadas de hormigón el resto de las ventanas, en las que dos de las piezas de cada hueco serán practicables mediante bastidores de acero galvanizado.

Cerrajería

Las puertas exteriores del edificio, así como las posibles rejas de protección de las ventanas, se ejecutarán con perfilera metálica en acero galvanizado.

Vidriera

La carpintería exterior ira dotada con vidrio "Climalit" tipo 4+6+4.

Pintura

Las paredes interiores y el techo deben estar pintados con color de pintura blanca de cuarzo. Las paredes exteriores deben tratarse con revestimiento de pared de plástico repelente al agua hecho de las resinas sintéticas más finas, polvo de cuarzo, óxidos colorantes y aditivos que aseguran una adhesión perfecta en la resistencia del sustrato a la intemperie, la resistencia del color a la luz solar y la estabilidad a la temperatura.

1.3.4.15 ESTRUCTURA METÁLICA

Los soportes para la aparamenta del parque intemperie estarán constituidos por perfiles metálicos normalizados y galvanizados. De la misma manera se construirán las estructuras de soporte de los embarrados de 30kV y el pórtico de salida de la línea de evacuación. Estas estructuras estarán dimensionadas para soportar los esfuerzos ejercidos por los conductores, así como efectos atmosféricos adversos.

1.3.4.16 NORMATIVA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

De acuerdo con el RD 2267/04, respecto a su configuración y ubicación, la subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C el edificio de control, como establecimientos industriales que ocupan totalmente un edificio y se encuentran a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

Para una estación transformadora se considera una densidad de carga fuego media de 300 MJ/mm², con riesgo de activación medio (tabla 1.2 anexo1). Según estos datos el nivel de riesgo intrínseco de la instalación es bajo (tabla 1.3 anexo 1), lo que justifica que sean suficientes las prescripciones del ITC-RAT 13 para prevención de incendios en la S.E.T.

PARQUE INTEMPERIE

En aplicación de las prescripciones del apartado 6.1 de la ITC-RAT 15 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación al exterior.

La superficie del parque de la subestación estará recubierta de una capa de grava que se eliminarán periódicamente para evitar el crecimiento de hierbas que supongan al secarse riesgo de incendio.

El transformador y reactancia cuentan con dispositivos de protección que los desconectan del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

También se ha previsto un sistema de recogida de aceite que se ha descrito anteriormente.

EDIFICIO DE MANDO Y CONTROL

Se aplicará las prescripciones del apartado 5.1 de la ITC-RAT 14 para prevención de incendios en el edificio de la subestación con lo que no será necesaria la instalación de un equipo fijo de extinción de incendios.

Para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, tal y como se indica en la ITC-RAT 14, se tendrá en cuenta:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura del edificio y de sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Con carácter general se aplicará lo indicado por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico – Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SI), en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación, y en particular, sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en este reglamento y afecten a la edificación.

Tal y como indica la ITC-RAT 14 se colocará un extintor (como mínimo) de eficacia 89B en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de ésta.

Si existe personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, dos extintores de eficacia 89B, no siendo precisa en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

1.3.5 Línea subterránea de evacuación 30kV

1.3.5.1 Línea subterránea de evacuación 30kV “Tramo 3 - Zona Cobeja + Borox”

Se proyecta una línea subterránea diferenciada en cuatro tramos que atraviesan diferentes parcelas públicas, para llevar las líneas de media tensión en 30 kV desde la planta a la subestación Mazarrón 30/220kV. El circuito se proyecta directamente enterrado en zanja, mientras que en los cruzamientos se añade una capa de hormigón de refuerzo.

Características generales

Tramo 3 Zona Cobeja + Borox:

- Longitud zanja: 10.348 metros aproximadamente
- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz.
- Número de circuitos: 2
- Número de conductores por fase: (2) Dos
- Material Conductor: Aluminio
- Sección: 630 mm²
- Cable de Comunicaciones: 1 cable F.O. por circuito
- Tipo de canalización: En zanja directamente enterrada. Tubular hormigonada cruzamientos
- Profundidad de canalización: 1,6 metros

Cable

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea subterránea serán de Aluminio del tipo RHZ1, de acuerdo con la Norma UNE HD 620-10E, de las siguientes características:

Tendrán un tipo de aislamiento acorde a la tensión de operación (18/30 kV para MT) de polietileno reticulado XLPE.

Descripción y características de la obra civil

Se distinguen dos tipos de canalización: directamente enterrada (en tierra) y tubular hormigonada (de cruce).

Características de la Zanja

El tendido de los cables subterráneos se realizará en el interior de zanjas con las siguientes características y dimensiones aproximadas:

Nº DE CIRCUITOS	ZANJA EN TIERRA		ZANJA EN CRUCE CAMINOS	
	Anchura (m)	Profundidad (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)
1 circuito	0,80	1,6	1,05	1,6
2 circuitos	0,80	1,6	1,05	1,6

Tabla 202. Características generales zanjas.

Estas dimensiones permiten el alojamiento de los cables de energía y comunicaciones necesarios, aunque podrían variar a futuro según necesidades de ejecución.

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de 10 cm de arena, sobre la que se tenderán los cables para ser recubiertos posteriormente con una capa de arena tamizada. Una vez recubiertos los cables, se colocarán placas de PPC de protección de éstos. La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación, debidamente compactados. A 30 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación "Canalización Eléctrica de Alta Tensión".

En los cruces con los viales, y en general en todas aquellas zonas de la canalización sobre las que se prevea tráfico rodado, se tenderán los cables en el interior de tubos de HDPE de 250 mm de diámetro. Estos tubos estarán recubiertos por arena seleccionada y en la parte superior se colocará una capa de hormigón con espesor mínimo de 10 cm.

En todo momento, tanto en el plano vertical como en el horizontal, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a soterrar, así como el radio de curvatura permitido para el tubo utilizado para la canalización. Debido a esto, la aparición de un servicio implica la corrección de la rasante del fondo de la zanja a uno y otro lado, a fin de conseguirlo. Aun respetando el radio de curvatura indicado, se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento de la tracción necesaria para realizarlo.

1.3.5.2 Línea subterránea de evacuación 30kV “Tramo 4 – Zona de Ciempozuelos”

Se proyecta una línea subterránea diferenciada en cuatro tramos que atraviesan diferentes parcelas públicas, para llevar las líneas de media tensión en 30 kV desde la planta a la subestación Mazarrón 30/220kV. El circuito se proyecta directamente enterrado en zanja, mientras que en los cruzamientos se añade una capa de hormigón de refuerzo.

Características generales

Tramo 4 Zona Ciempozuelos:

- Longitud zanja: 14.334 metros aproximadamente
- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz.
- Número de circuitos: 1
- Número de conductores por fase: (2) Dos
- Material Conductor: Aluminio
- Sección: 630 mm²
- Cable de Comunicaciones: 1 cable F.O. por circuito
- Tipo de canalización: En zanja directamente enterrada. Tubular hormigonada cruzamientos
- Profundidad de canalización: 1,6 metros

Cable

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea subterránea serán de Aluminio del tipo RHZ1, de acuerdo con la Norma UNE HD 620-10E, de las siguientes características:

Tendrán un tipo de aislamiento acorde a la tensión de operación (18/30 kV para MT) de polietileno reticulado XLPE.

Descripción y características de la obra civil

Se distinguen dos tipos de canalización: directamente enterrada (en tierra) y tubular hormigonada (de cruce).

Características de la Zanja

El tendido de los cables subterráneos se realizará en el interior de zanjas con las siguientes características y dimensiones aproximadas:

Nº DE CIRCUITOS	ZANJA EN TIERRA		ZANJA EN CRUCE CAMINOS	
	Anchura (m)	Profundidad (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)
1 circuito	0,80	1,6	1,05	1,6
2 circuitos	0,80	1,6	1,05	1,6

Tabla 21. Características generales zanjas.

Estas dimensiones permiten el alojamiento de los cables de energía y comunicaciones necesarios, aunque podrían variar a futuro según necesidades de ejecución.

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de 10 cm de arena, sobre la que se tenderán los cables para ser recubiertos posteriormente con una capa de arena tamizada. Una vez recubiertos los cables, se colocarán placas de PPC de protección de éstos. La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación, debidamente compactados. A 30 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación “Canalización Eléctrica de Alta Tensión”.

En los cruces con los viales, y en general en todas aquellas zonas de la canalización sobre las que se prevea tráfico rodado, se tenderán los cables en el interior de tubos de HDPE de 250 mm de diámetro. Estos tubos estarán recubiertos por arena seleccionada y en la parte superior se colocará una capa de hormigón con espesor mínimo de 10 cm.

En todo momento, tanto en el plano vertical como en el horizontal, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a soterrar, así como el radio de curvatura permitido para el tubo utilizado para la canalización. Debido a esto, la aparición de un servicio implica la corrección de la rasante del fondo de la zanja a uno y otro lado, a fin de conseguirlo. Aun respetando el radio de curvatura indicado, se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento de la tracción necesaria para realizarlo.

1.3.6 Instalación de enlace (Línea Aérea de Alta Tensión 220kV S/C “SET MAZARRÓN – SE TORREJÓN DE VELASCO 220KV”)

Emplazamiento

La línea aérea objeto de este Anteproyecto discurre por el término municipal de Torrejón de Velasco, en la provincia de Madrid.

Descripción del trazado

Se proyecta la presente línea aérea de 220 kV con el objeto de evacuar la energía generada por las plantas fotovoltaicas “FV LA ESPIGA” y “FV EL ÁRBOL”. Su recorrido, de aproximadamente 60 metros en simple circuito, tiene su origen en el pórtico de la Subestación “MAZARRÓN” y finaliza en el pórtico de una nueva posición planificada en la futura Subestación “TORREJÓN DE VELASCO A 220 KV”, propiedad de REE.

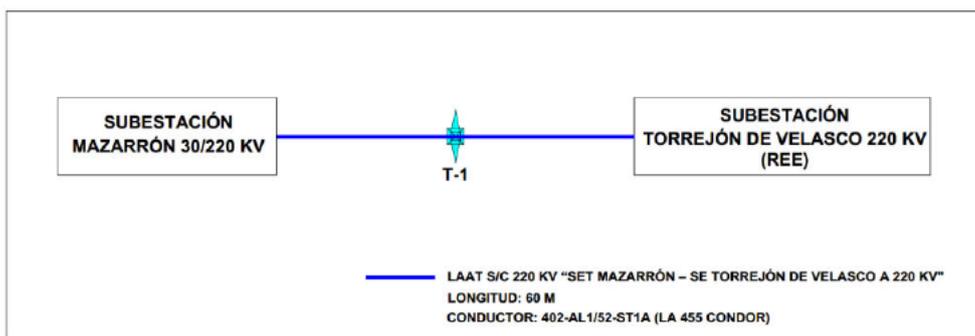


Imagen 17. Esquema LAAT 220 KV.

El trazado de la línea está definido por el siguiente listado de coordenadas UTM (H30 - ETRS89):

COORDENADAS TRAZA LINEA AÉREA 220KV		
ETRS89 UTM 30N		
Punto	X (m)	Y (m)
Origen (Pórtico SET Mazarrón)	434.372	4.450.694
Apoyo T-1	434.382	4.450.723
Final (Pórtico SE Torrejón de Velasco 220 kV)	434.399	4.450.747

Tabla 22. Coordenadas Línea 220 kV

La línea discurre en su recorrido por la siguiente parcela catastral:

Nº de parcela s/proyecto	Ref catastral	Polígono	Parcela	Término Municipal
A01	28150A00100154	1	154	Torrejón de Velasco

Tabla 23. Parcelas Línea 220 kV

La cota del terreno alcanza una altitud aproximada de 615 msnm. Por tanto, y según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), se deberá considerar a efectos de dimensionamiento como zona B.

Características generales de la línea

La línea aérea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz).....	50
Tensión nominal (KV).....	220
Tensión más elevada de la red (KV)	245
Categoría.....	Especial
Longitud (km).....	0,06
Número de circuitos	1
Tipo de conductor.....	402-AL1/52-ST1A (LA 455 CONDOR)
Número de conductores por fase	1
Temperatura máxima conductor (°C)	85

Potencia a transportar (MW)	85,2 MW
Potencia máxima admisible por circuito (MW)	292,01 MW
Número de cables de tierra de fibra óptica	2
Tipo de cable de tierra de fibra óptica	OPGW 48 Fibras
Zona de aplicación	ZONA B
Tipo de aislamiento	Polimérico
Nivel de contaminación	III
Tipo de apoyos y material	Apoyos metálicos de celosía Acero Galvanizado
Disposición conductores	Tresbolillo
Número de apoyos	1
Cimentaciones	Tetrabloque, circulares con cueva
Puesta a tierra (no frecuentados)	Picas independientes / Anillo difusor
Origen	SET Mazarrón 30/220 kV
Final	SE Torrejón de Velasco a 220 kV (REE)
Término municipal afectado	Torrejón de Velasco (Madrid)

Características de los materiales

APOYOS

El apoyo proyectado en la construcción de la Línea en proyecto será del tipo metálica de celosía diseñada para la instalación de un circuito de 220 kV, con las fases distribuidas en tresbolillo y doble cúpula para la instalación de dos cables OPGW.

Tendrá protección por galvanizado en caliente. El galvanizado se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:2010. La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad, sin manchas y con un espesor local de recubrimiento mínimo de 85 µm.

La altura del apoyo será determinada por las distancias mínimas a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la Línea Aérea, según el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

La separación entre fases está determinada por la distancia mínima entre los conductores y las partes del apoyo puestas a tierra y distancia mínima entre conductores en los vanos de la línea definida en el apartado 5.4.1 del RLAT.

En función de las necesidades de la ubicación y de las condiciones de utilización previstas se dimensionará como amarre o final de línea.

A continuación, se muestra el esquema de un apoyo tipo simple circuito con doble cúpula para la instalación de dos cables OPGW:

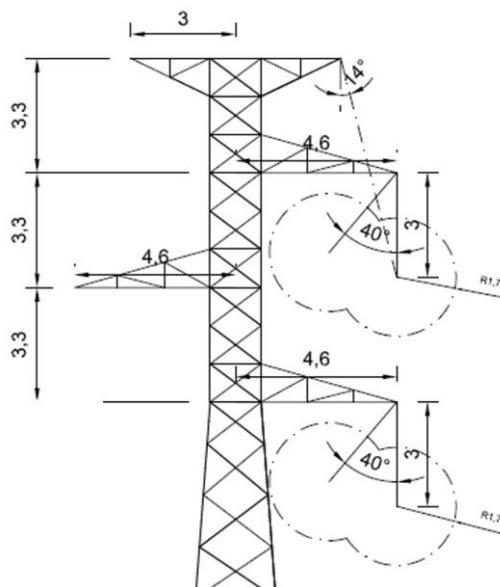


Imagen 18. Apoyo tipo S/C.

CONDUCTOR

El conductor de fase a utilizar en la construcción de la línea será del tipo aluminio con alma de acero, de acuerdo con la Norma UNE-EN 50182, con las siguientes características:

Denominación	402-AL1/52-ST1A (LA 455 CONDOR)
Composición	54 de 3,08 mm (Al) + 7 de 3,08 mm (Ac)
Sección total	454,5 mm²
Diámetro total	27,72 mm
Masa	1.521 kg/km
Carga de rotura	12.409,65 kg
Módulo de elasticidad	6.867 kg/mm²
Coefficiente de dilatación lineal	19,3 x 10⁻⁶ °C⁻¹
Resistencia eléctrica c.c. a 20°C	0,0719 Ω/km

CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Para la protección de la línea frente a descargas atmosféricas y para proveer de una infraestructura de comunicaciones a través de fibra óptica, se proyecta instalar dos cables compuestos, fibra-óptico del tipo OPGW 53G68Z.

Se procurará cumplir con la recomendación del RLAT (apartado 2.1.7 de la ITC-LAT-07 del RLAT) de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase no exceda de 35°.

Las características del cable de tierra se definen a continuación.

Denominación:	OPGW 53G68Z
Tipo	Cable tierra compuesto - fibra óptica
Nº de fibras:	48

Sección total:.....	118,70 mm²
Diámetro total:.....	15,30 mm
Peso del cable:	0,683 kg/m
Módulo de elasticidad	12.033 kg/mm²
Coefficiente dilatación lineal	14,1 x10⁻⁶ °C⁻¹
Carga de rotura	10.174 kg
Resistencia eléctrica a 20°C en CC	0,4600 Ω/km

AISLAMIENTO

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor 402-AL1/52-ST1A (LA 455 CONDOR), garantizando un coeficiente de seguridad de rotura superior a 3, y eléctricamente para 220 kV. Constará de cadenas sencillas de aisladores poliméricos del tipo CS 120 SB-1050/7600 con las siguientes características:

Tipo de Aislador:	CS 120 SB-1050/7600
Material:	fibra de vidrio y caucho silicona
Diámetro:.....	< 200 mm
Longitud total.....	2.300 mm
Norma de acoplamiento:	16 (IEC 60120)
Línea de fuga:.....	7.600 mm
Carga rotura mínima:.....	120 kN
Tensión soportada a frecuencia industrial:	> 460 kV
Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50 micros	> 1.050 kV

La línea de fuga mínima, dado un nivel de contaminación III-Fuerte (Tabla 14 de la ITC-LAT-07), es de 25 mm/kV, que, para la tensión más elevada de la red, que es de 245 kV representa un valor total de 6125 mm.

HERRAJES

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores, los de fijación del cable de tierra a la torre, los de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor como antivibradores, separadores, manguitos, etc.

Para la elección de los herrajes se tendrá en cuenta su comportamiento frente al efecto corona y serán fundamentalmente de acero forjado, protegido de la oxidación mediante galvanizado a fuego. Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

- **Herrajes** de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo a la Norma UNE 207009.

- **Grapas de amarre** del tipo compresión compuestas por un manguito que se comprime contra el cable.

ACCESORIOS

- **Antivibradores:** Según recomienda el apartado 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D.223/2008), la tracción a temperatura de 15°C no debe superar el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.
- Genéricamente, en los cables de fase se instalarán uno por conductor y vano hasta 500 metros. En los cables de tierra (OPGW) se instalarán dos por vano.
- **Salvapájaros:** Según el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de Alta Tensión en su artículo 7 relativo a medidas de prevención contra colisión, se establece que los nuevos tendidos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma. Se han de colocar en los cables de tierra y si éstos no existiesen, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, y se colocarán directamente sobre aquellos conductores cuyo diámetro sea inferior a 20 mm.

Serán de materiales opacos. La señalización se realizará de forma que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 m entre señales contiguas en un mismo conductor.

- **Contrapesos de bucle:** Los contrapesos para los puentes flojos de los apoyos con cadena de amarre, serán de hierro fundido, galvanizados y con un peso aproximado de 10 kg. No deberán dañar al conductor y estarán protegidos contra la corrosión. En caso de ser necesarios, se colocarán dos por puente y conductor de fase.
- **Balizas:** Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra. Se colocarán para señalar la presencia de tendidos eléctricos en zonas con mayor densidad de tráfico aéreo, siguiendo los siguientes criterios:
 - En vanos de cruce con autopistas y autovías, para prevenir accidentes de helicópteros que las recorren. Se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo.
 - En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico aéreo se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 m. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo, quedando separadas en este caso 60 m en cada hilo de tierra. En cualquier caso se cumplirá lo que especifique la autoridad en materia de navegación aérea.
- **Placas de señalización:** Se instalará una placa señalización de riesgo eléctrico, donde se indicará la tensión de la línea (kV), el titular de la instalación y el número del apoyo. La placa

se instalará a una altura del suelo de 3 m. en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que pueda ser vista fácilmente.

Características de la obra civil

CIMENTACIONES

Las cimentaciones de los apoyos serán del tipo “Pata de Elefante”, fraccionadas en cuatro bloques independientes.

Sus dimensiones serán aquellas que marca el fabricante calculadas según el método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras suponiendo resistencia característica a compresión de 3 kg/cm² y ángulo de arranque de tierras de 30°. En el caso de tener otras características mecánicas, deberá procederse al recalcu de las zapatas.

CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN

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

- **1. Apoyos NO frecuentados.** Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- **2. Apoyos Frecuentados.** Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

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

PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/08) considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

Todos los apoyos serán NO FRECUENTADOS y su puesta a tierra se realizará por el siguiente método:

Anillo difusor:

Se dispondrán varillas de acero descarburado de 12 mm de diámetro, hincadas en el terreno circundante y conectadas en dos puntos.

Se realizará una puesta a tierra de dos anillos dispuestos en una zanja con una separación de 40 cm, y a una separación de $D/2+1$ m (siendo D el diámetro del cilindro de la cimentación) respecto del centro de las patas en el caso de cimentación tetrabloque.

La puesta a tierra se dispondrá en dos de los macizos opuestos del apoyo, conectando los anillos mediante tubo de plástico de 50 mm de diámetro, y conectando los otros dos macizos a la puesta a tierra en patas también mediante tubo de plástico de 50 mm de diámetro.

Relación de cruzamientos y paralelismos

Cabe destacar que para la línea aérea en proyecto no se prevé afección alguna a Organismos o entidades por cruzamientos o por paralelismos con otras infraestructuras existentes.

DISTANCIAS AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda vereda o superficies de agua no navegable, a una altura mínima de:

$$D_{min} = 5,3 + D_{el} \text{ metros}$$

Tensión (kV)	ITC-LAT 07 (ap. 5.5) (m)
220	7

1.4 Zona de afección

1.4.1 Propiedades afectadas

Las instalaciones descritas en el presente Plan Especial afectan principalmente a propiedades ubicadas en Suelo No Urbanizable en los términos de Torrejón de Velasco, Ciempozuelos y Valdemoro.

1.4.2 Afecciones sectoriales

Afecciones de la Planta Solar – Zona Ciempozuelos

Proyecto solar fotovoltaico “El Árbol”

El área de implantación se encuentra afectada por distintas infraestructuras y figuras de protección. Por una parte, las parcelas ocupadas se dividen por varios caminos públicos, que dan lugar a formar 2 vallados.

Como infraestructuras existentes, encontramos dos líneas eléctricas que encuadran nuestra planta en el lado este, a las que se respetará su servidumbre establecida de cara a la implantación. También, una parte del vallado se encuentra dentro del catastro minero.

Por último, en la parte sur de la planta se encuentran unos yacimientos arqueológicos, más concretamente, unas trincheras de la Guerra Civil, las cuales se han respetado en todo momento de cara a la implantación.

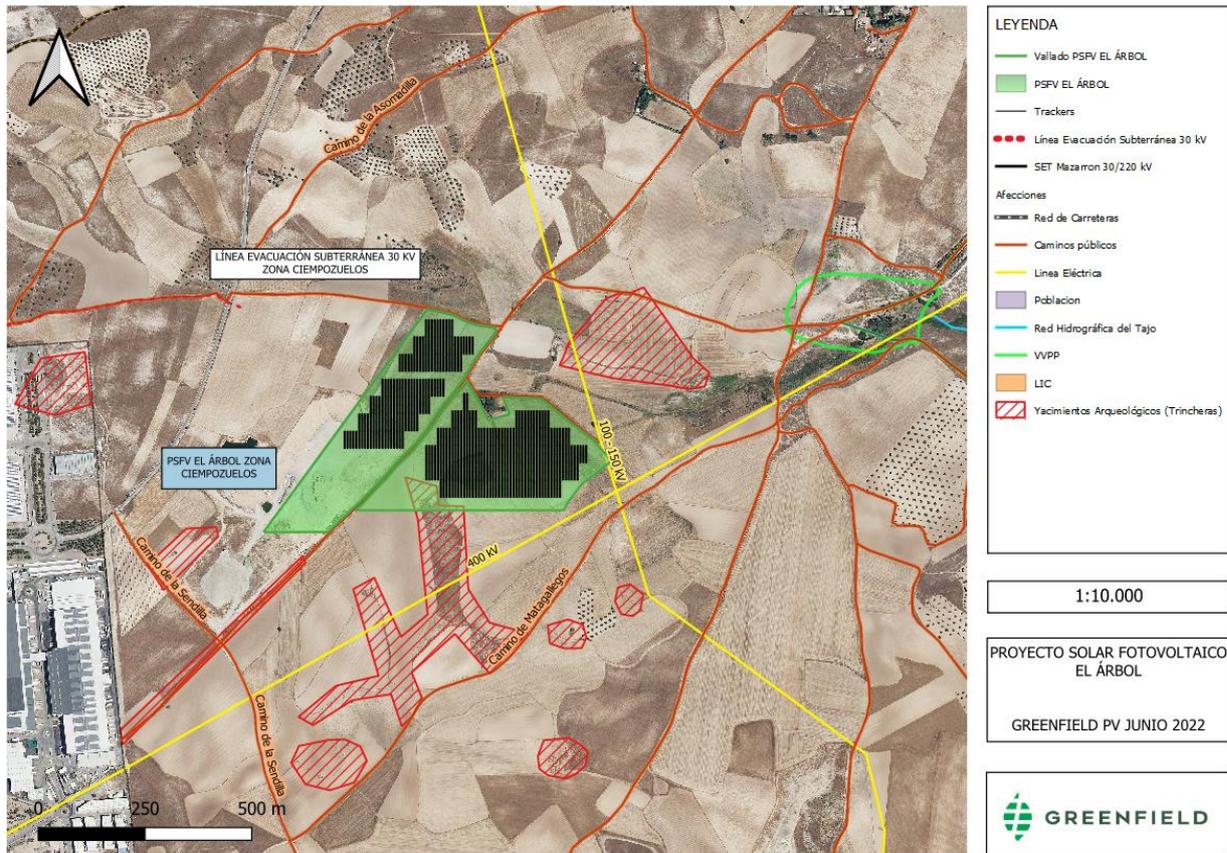


Imagen 19. Localización afecciones de las instalaciones proyectadas zona Ciempozuelos.

Adyacente a este proyecto, se encuentra en desarrollo el proyecto “La Espiga”. En la siguiente imagen vemos la sinergia de las plantas en la zona Ciempozuelos:

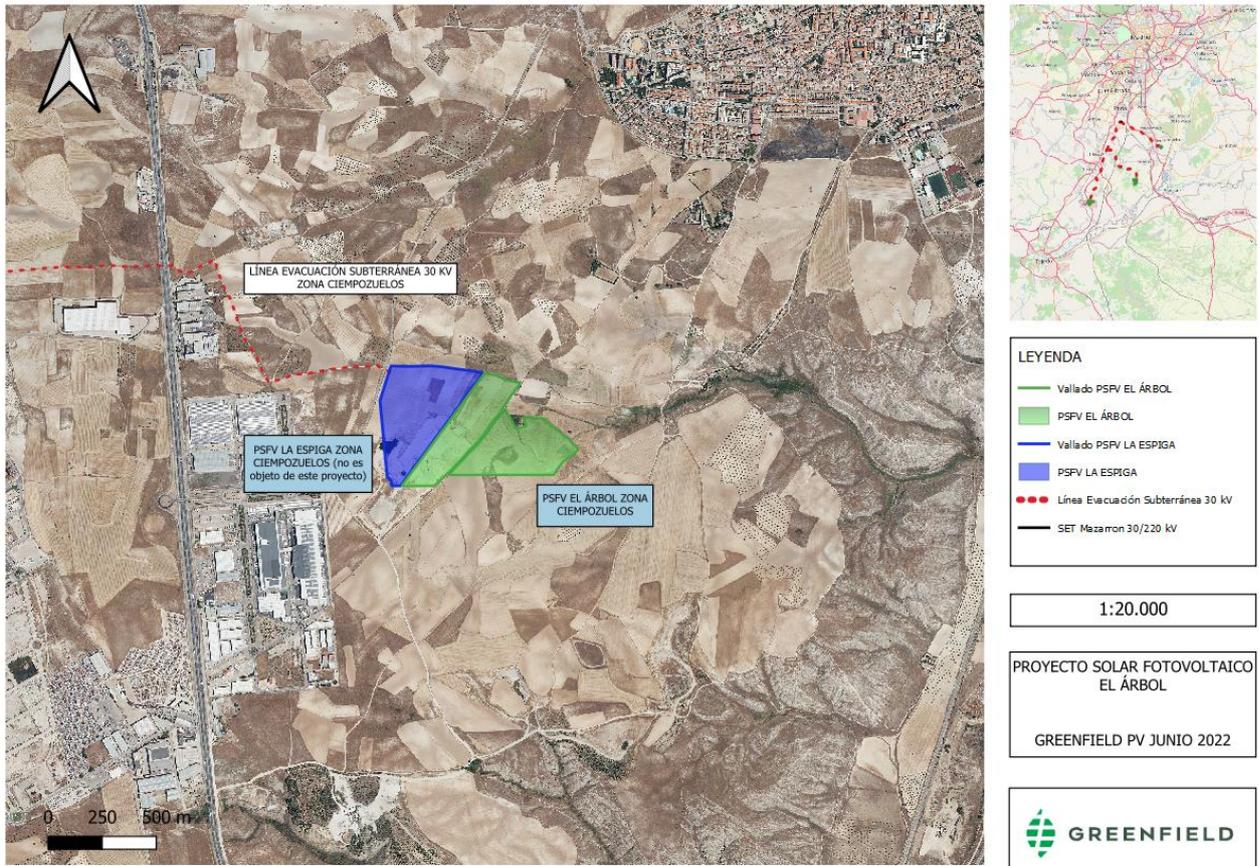


Imagen 20. Sinergia de las plantas en la zona Ciempozuelos.

Proyecto solar fotovoltaico “La Espiga”

El área de implantación se encuentra afectada por distintas infraestructuras y figuras de protección. Por una parte, las parcelas ocupadas se dividen por varios caminos públicos, que dan lugar a formar 1 vallado.

Parte del vallado se encuentra dentro del catastro minero, al que se ha respetado de cara a implantación.

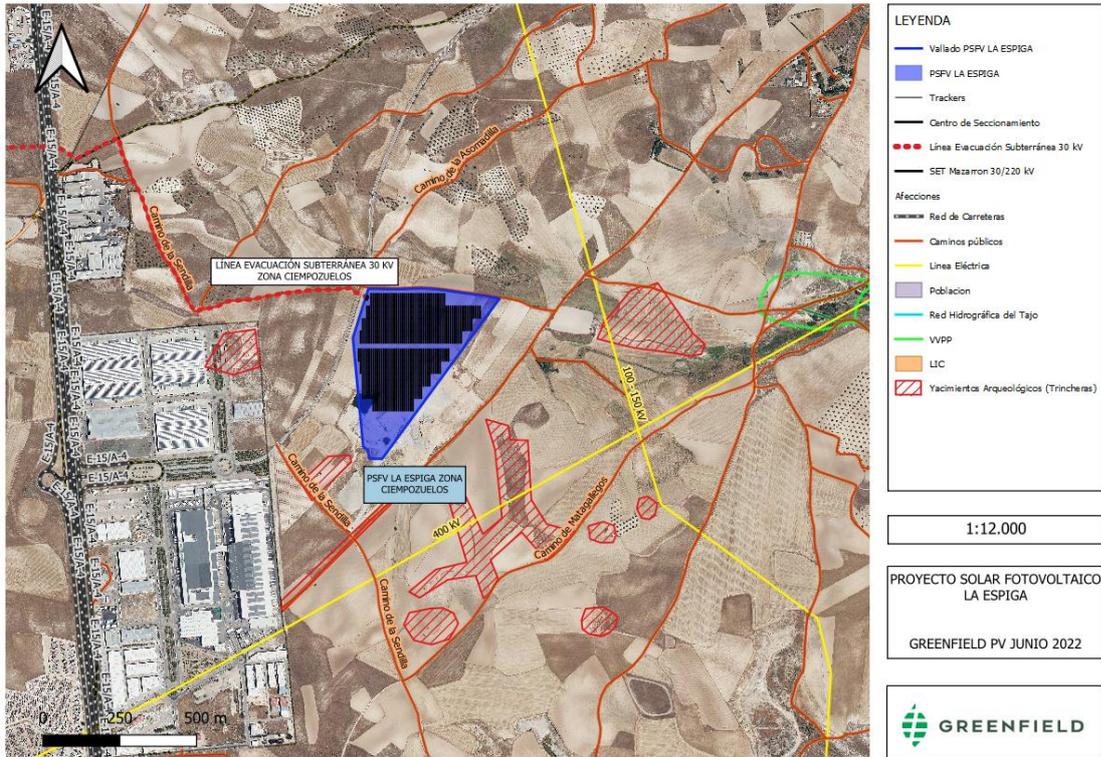


Imagen 21. Localización afecciones de las instalaciones proyectadas zona Ciempozuelos.

Adyacente a este proyecto, se encuentra en desarrollo el proyecto “El Árbol”. En la siguiente imagen vemos la sinergia de las plantas en la zona Ciempozuelos:

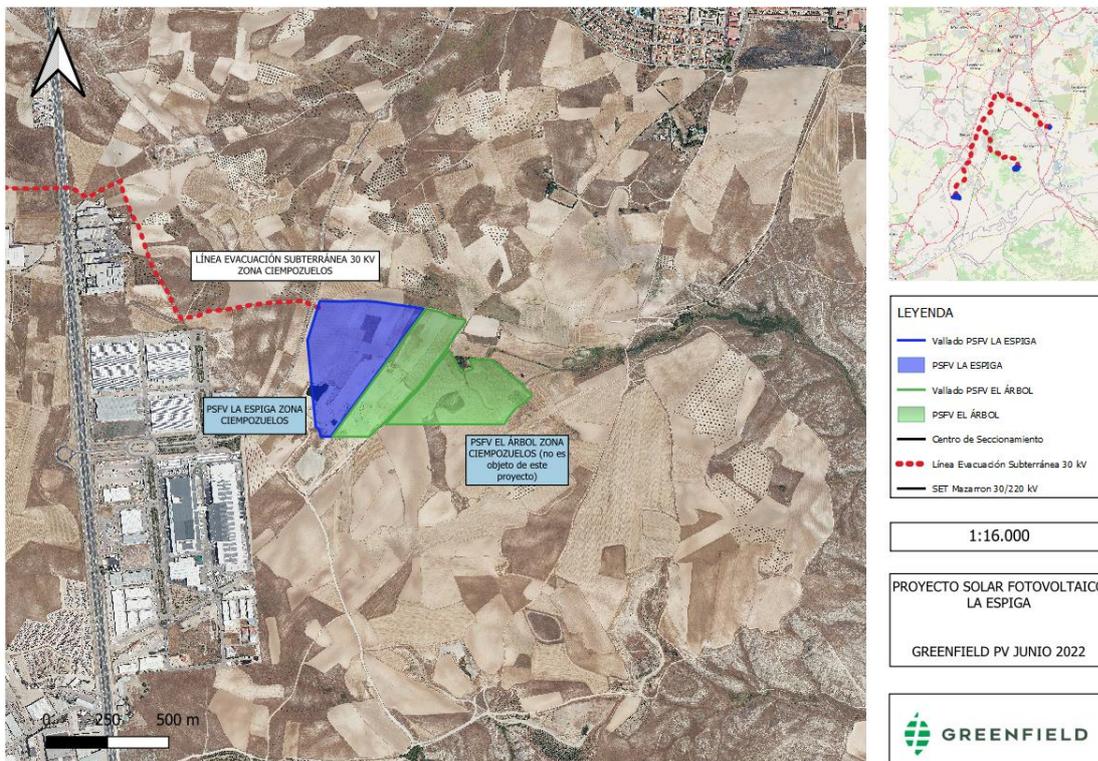


Imagen 22. Sinergia de las plantas en la zona Ciempozuelos.

Afecciones de la Línea de Evacuación

Tramo 3: Zona Cobeja + Borox

Este tramo de la línea de Evacuación discurre en los Términos Municipales de Illescas y Torrejón de Velasco, afectando a parcelas tanto de titularidad pública como privada. El tramo 3 se inicia en la unificación del tramo 1 y 2 hacia el norte, dónde acabará en la subestación Mazarrón 30/220 kV.

Durante el trazado se realizan varios cruzamientos con caminos públicos, cauces innominados, líneas eléctricas, carreteras y vías pecuarias. También se producen varios paralelismos, con líneas eléctricas, y con la M-404. En todo momento se ha respetado la servidumbre pertinente.

Se indica a continuación las afecciones a una escala más particular del tramo 3 de la zona Cobeja + Borox de la línea de evacuación de 30kV.

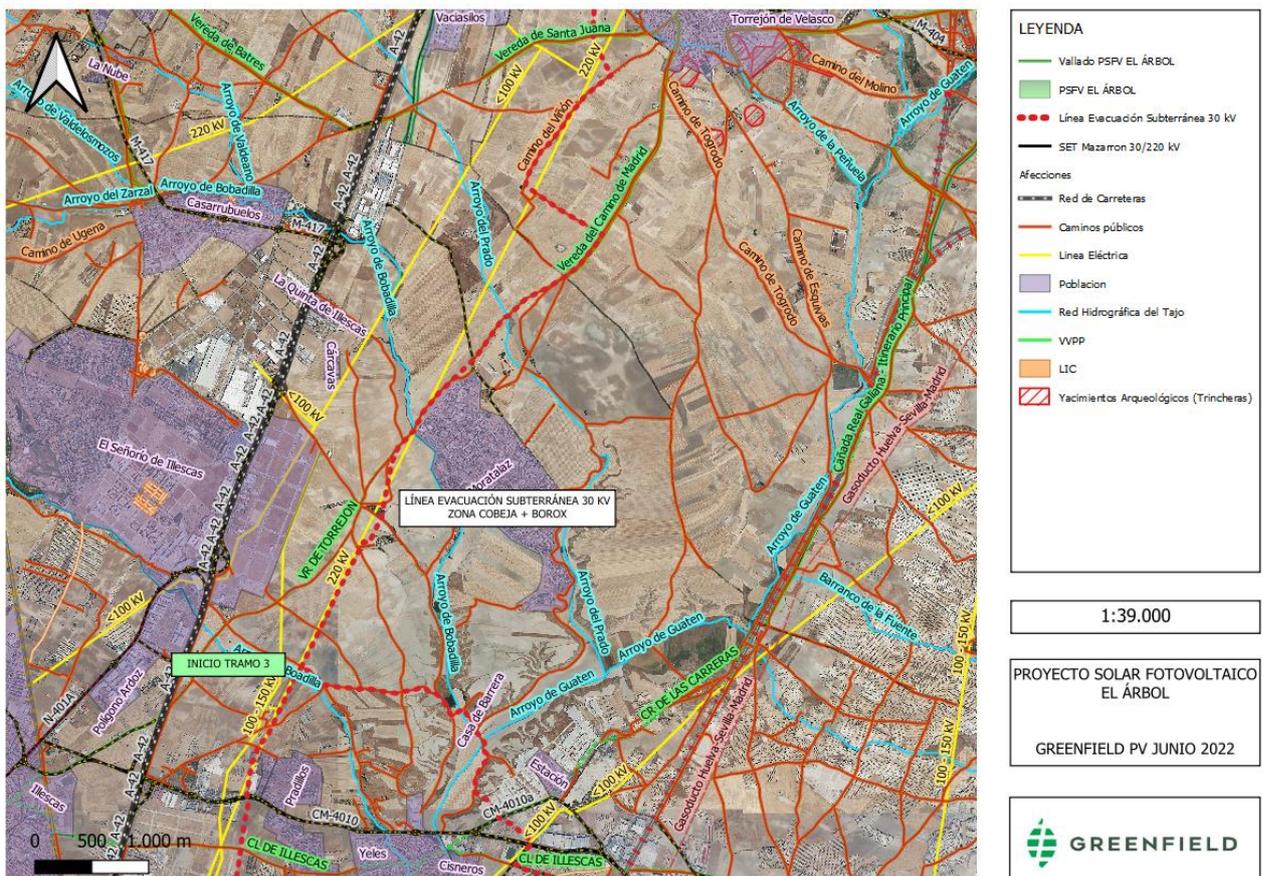


Imagen 23. Localización afecciones de la línea de evacuación subterránea 30 kV tramo 3 Zona Cobeja + Borox.

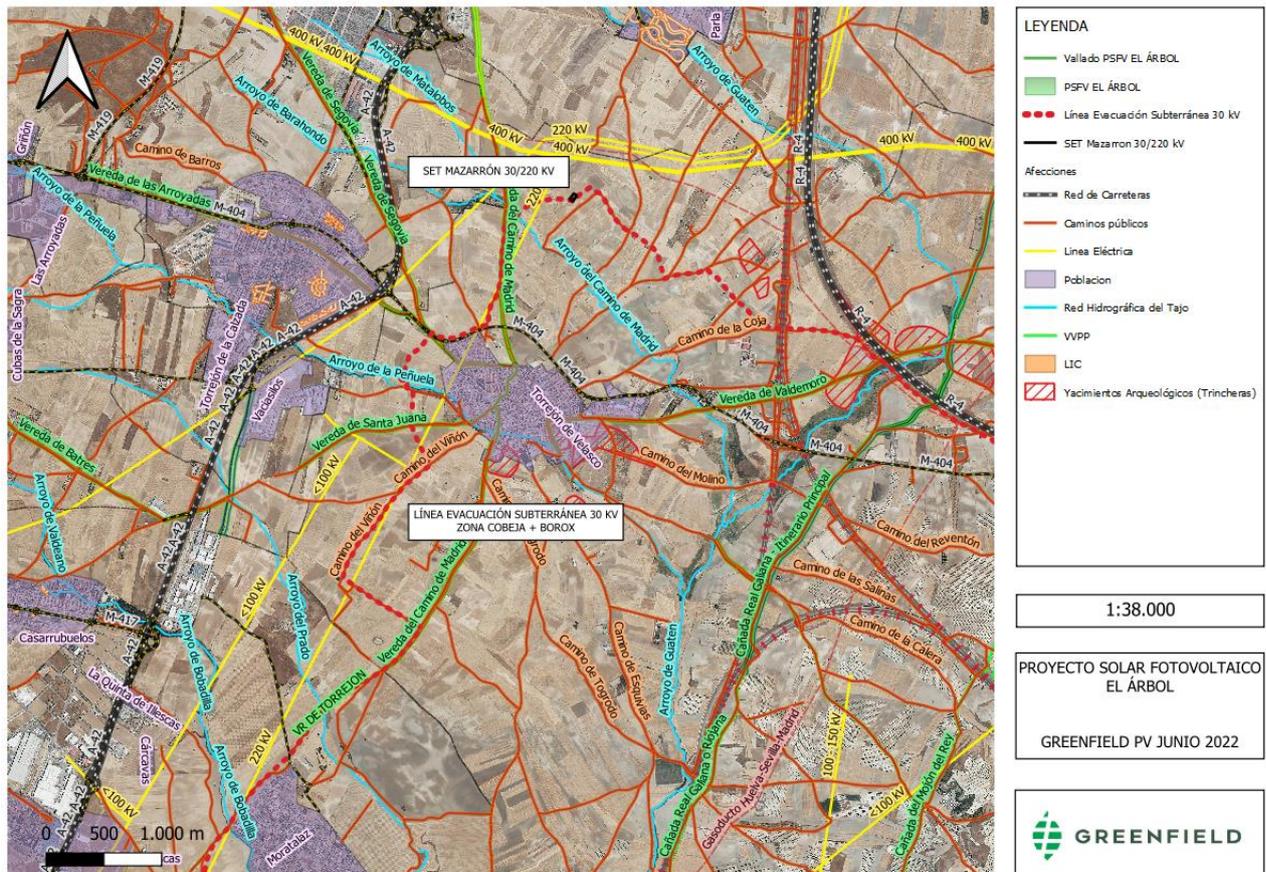


Imagen 24. Localización afecciones de la línea de evacuación subterránea 30 kV tramo 3 Zona Cobeja + Borox.

Tramo 4: Zona Ciempozuelos

Este tramo de la línea de Evacuación discurre en los Términos Municipales de Ciempozuelos, Valdemoro y Torrejón de Velasco, afectando a parcelas tanto de titularidad pública como privada. El tramo 4 se inicia en el centro de seccionamiento ubicado en la planta fotovoltaica “La Espiga”) de la zona de Ciempozuelos hacia el oeste, dónde acabará en la SET Mazarrón 30/220 kV.

Durante el trazado se realizan varios cruzamientos con caminos públicos, cauces innominados, líneas eléctricas, carreteras, vías pecuarias y el gasoducto Sevilla-Madrid. También se producen varios paralelismos, con el gasoducto Semianillo Suroeste de Madrid, y con la R-4. En todo momento se ha respetado la servidumbre pertinente.

Se indica a continuación las afecciones a una escala más particular del tramo 4 de la zona Ciempozuelos de la línea de evacuación de 30kV.

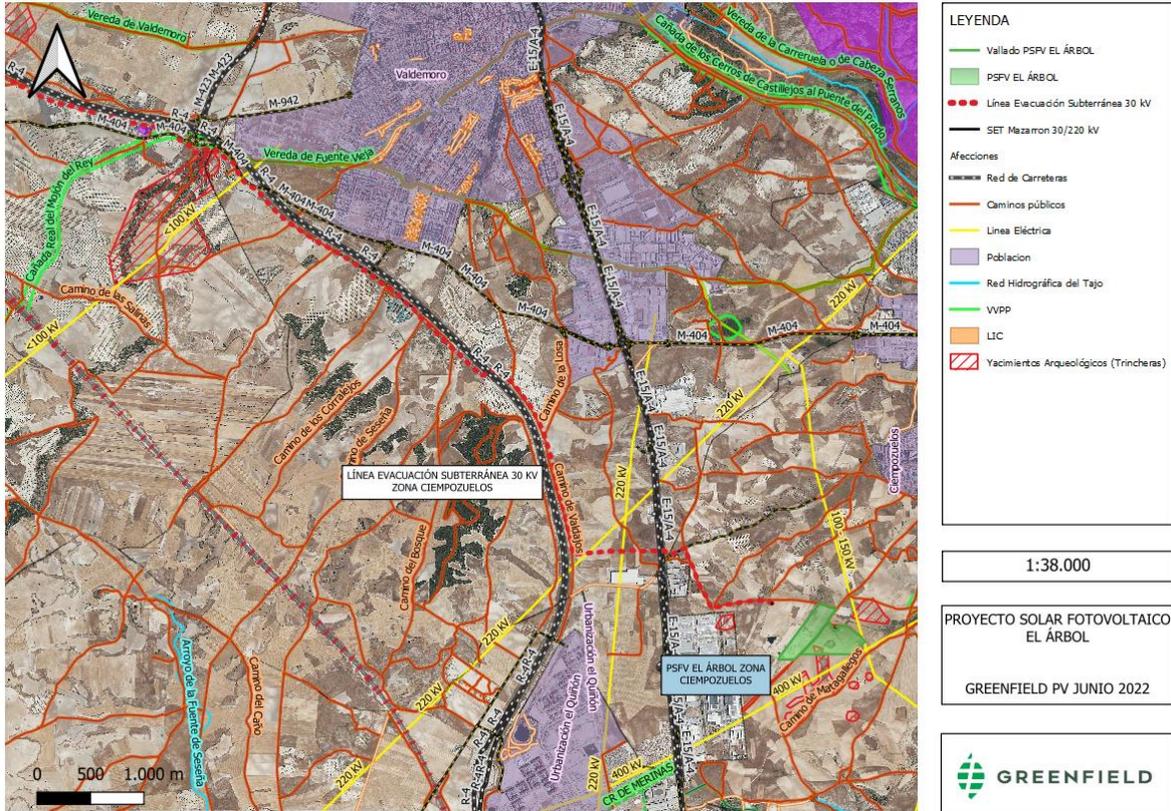


Imagen 25. Localización afecciones de la línea de evacuación subterránea 30 kV tramo 4 Zona Ciempozuelos.

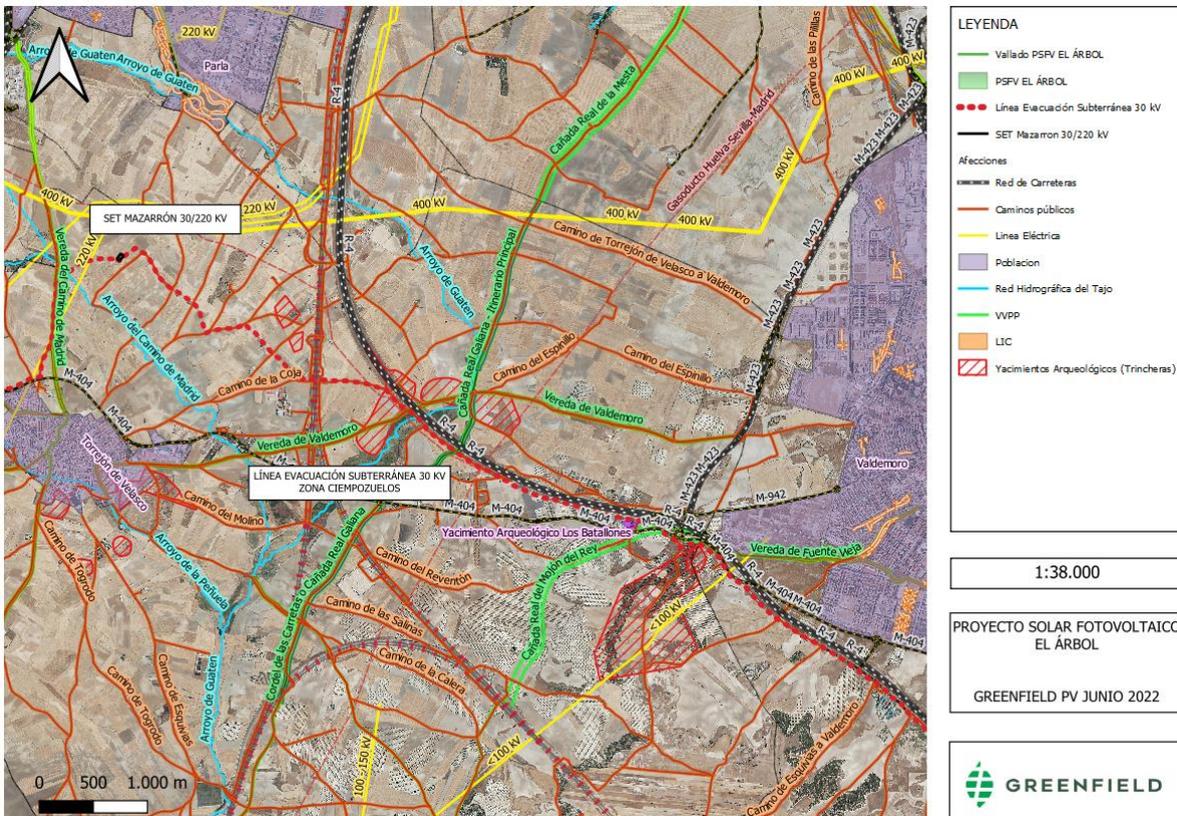


Imagen 26. Localización afecciones de la línea de evacuación subterránea 30 kV tramo 4 Zona Ciempozuelos.

1.4.3 Organismos afectados

Las instalaciones proyectadas afectan a varios servicios, con distintos organismos competentes implicados:

- **Confederación Hidrográfica del Tajo:**
 - Arroyo de Guatén
 - Arroyo de Borox
 - Arroyo de Tocenaque
 - Arroyo de Gansarinos
 - Arroyo de San Bernabé
 - Arroyo de Boadilla
 - Arroyo de Prado
 - Arroyo de Peñuela
- **Ayuntamiento de Cobeja:**
 - Caminos públicos municipales.
 - Accesos
- **Ayuntamiento de Esquivias:**
 - Caminos públicos municipales.
- **Ayuntamiento de Yeles:**
 - Caminos públicos municipales.
- **Ayuntamiento de Villaluenga de la Sagra:**
 - Caminos públicos municipales.
- **Ayuntamiento de Pantoja:**
 - Caminos públicos municipales.
- **Ayuntamiento de Numancia de la Sagra:**
 - Caminos públicos municipales.
- **Ayuntamiento de Illescas:**
 - Caminos públicos municipales.
- **Ayuntamiento de Borox:**
 - Caminos públicos municipales.

- Accesos
- **Ayuntamiento de Ciempozuelos:**
 - Caminos públicos municipales.
 - Accesos
- **Ayuntamiento de Valdemoro:**
 - Caminos públicos municipales.
- **Ayuntamiento de Torrejón de Velasco:**
 - Caminos públicos municipales.
- **Consejería de Desarrollo Sostenible.** Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad. Vías Pecuarias:
 - Vereda de Magán.
 - Cordel de Villaseca.
 - Cordel del Alto de la Dehesa.
 - Cordel del Charco.
 - Cordel de Merinas.
 - Cordel del Charco.
 - Vereda de Cobeja.
 - Vereda de la Magdalena.
 - Cordel del Camino de Borox.
 - Vereda de Pantoja a Cedillo.
 - Cordel de Illescas.
 - Vereda de Torrejón.
 - Cordel de las Carreras.
- **Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.** Vías Pecuarias:
 - Vereda Camino de Madrid.
 - Vereda Santa Juana.
 - Vereda de Segovia.
 - Cañada Real del Mojón del Rey.
- **Consejería de Fomento. Dirección General de Carreteras.** Dirección General de Carreteras. Accesos, paralelismos y cruzamiento de carreteras.

- Carretera TO-2437.
 - Carretera TO-2421.
 - Carretera CM-4004.
 - Carretera CM-4010.
 - Carretera CM-4010a.
 - **Consejería de Transportes, Movilidad e Infraestructuras.** Dirección General de Carreteras. Accesos, paralelismos y cruzamiento de carreteras.
 - Carretera M-404.
 - **Red Eléctrica de España:**
 - Líneas eléctricas existentes.
 - **Unión Fenosa Distribución:**
 - Líneas eléctricas existentes.
 - **Iberdrola:**
 - Líneas eléctricas existentes.
 - **Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:**
 - Autopista AP-41.
 - Autovía CM-41.
 - Autovía CM-43.
 - Autovía A-4.
 - Autopista R-4.
 - **ENAGÁS:** Cruzamiento y paralelismo con gasoducto.
 - Gasoducto Sevilla-Madrid.
 - Gasoducto Semianillo Suroeste de Madrid.
 - **ADIF:** Paralelismo con ferrocarril.
 - **Nedgia Gas Natural:** Cruzamientos y paralelismo con gasoducto.
 - **Telefónica S.A.:** Cruzamientos y paralelismo con líneas telefónicas.
- Canal Isabel II:** Cruzamientos y paralelismo con líneas tuberías.

1.5 Reglamentos, normas y especificaciones del proyecto

Los PROYECTOS DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EL ÁRBOL Y LA ESPIGA Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN COMÚN, cumplirán durante la ejecución de las obras de las

instalaciones con las garantías técnicas establecidas en todos los reglamentos, normas y especificaciones de aplicación.

En el ámbito de la Unión Europea se han ido desarrollando mediante la implementación de sucesivas directivas, los criterios de carácter general sobre las acciones en materia de seguridad y salud en lugares de trabajo, así como criterios específicos referidos a medidas de protección contra accidentes y situaciones de riesgo. La transposición al derecho español de la **Directiva 92/57/CEE**, que establece las disposiciones mínimas que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles, es el **Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y será de obligado cumplimiento para todo contratista interviniente en las obras de ejecución. Asimismo, se cumplirá con lo establecido en el **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

La metodología de trabajo, así como a las medidas de seguridad e higiene y la gestión de residuos se ajustarán por completo a lo estipulado en las ordenanzas de cada municipio afectado. Asimismo, se acatarán todas aquellas normas y disposiciones particulares que cada Ayuntamiento estipule.

Las obras deberán estar identificadas de forma adecuada. La información al ciudadano se transmitirá a través de carteles indicadores en los que figure: logotipo, nombre y teléfono de la entidad promotora o titular de la licencia y de la empresa que realiza las obras; naturaleza, permiso, localización y fechas de ejecución; y logotipo y nombre del Ayuntamiento.

1.5.1 Medidas previas a la ejecución de la obra

En el caso de que las obras afecten al tránsito de vehículos, se deberá informar a la Policía Local con la suficiente antelación.

Se realizará un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de los trabajos, nombrando, en su caso, el Coordinador de Seguridad y Salud a los efectos de cumplimiento del RD 1627/1997, de 24 de octubre.

1.5.2 Seguridad en la ejecución

Las empresas contratistas quedan obligadas a desarrollar un Plan de Seguridad y Salud, de obligatorio cumplimiento, donde se recojan las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento y las instalaciones preceptivas de salud y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a las empresas implicadas en la ejecución para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de los riesgos laborales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa o Coordinador de Seguridad y Salud en su caso, de acuerdo con el **Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1.5.3 Normas y especificaciones del proyecto

Normas relacionadas en la ITC-LAT-02 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

Generales:

UNE-EN 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE-EN 60060-1:2012 CORR 2013 Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.

UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/AI CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 60060-2:2012 Técnicas de ensayos de alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60060-3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 600711:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071-2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

UNE-EN 60865-1:1997 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

UNE-EN 60909-0:2016 (Ratificada) Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes. (Ratificada por AENOR en agosto de 2016.)

UNE-EN 60909-3:2004 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

Cables y conductores:

UNE 21144-1-1:2012 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Generalidades.

UNE 21144-1-2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.

UNE 21144-1-3:2003 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.

UNE 21144-2-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2-1/1M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2-1/21V1:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2-2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.

UNE 21144-3-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.

UNE 21144-3-2:2000 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

UNE 21144-3-3:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.

UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

UNE 2110031:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) a 3 kV ($U_m = 3,6$ kV).

UNE 211003-2:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV).

UNE 211435:2011 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.

UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60228 CORR.:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-1-113 620-5-E-1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5).

UNE-1-113 620-7-E-1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).

UNE-HD 620-9-E:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).

Accesorios para cables:

UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

UNE-EN 61442:2005 Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 36 kV ($U_m = 42$ kV)

UNE-EN 61238-1:2006 Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ($U_m = 42$ kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.

UNE-HD 629.1:2008 Requisitos de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento extruido.

UNE-HD 629.1:2008 Requisitos de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento extruido.

Apoyos y herrajes:

UNE-EN ISO 10684:2006/AC:2009 Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004/Cor 1:2008)

UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009)

Aparamenta:

UNE-EN 62271-103:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 602821:2007 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente

UNE-EN 62271-100:2011 CORR 2014 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

UNE-EN 62271-102:2005 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Aisladores:

UNE-EN 62217:2013 Aisladores poliméricos de alta tensión para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

Pararrayos:

UNE 21087-3:1995 Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

UNE-EN 60099-4:2016 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-5:2013 (Ratificada) Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2013.)

Normas relacionadas en la ITC-RAT-02 del 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

Generales:

UNE-EN 60060-1:2012 Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.

UNE-EN 60060-2:2012 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60071-1:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071-1/A1:2010 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071-2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

UNE-EN 60027-1:2009 Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009 Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN 60027-4:2011 Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.

UNE 207020:2012 IN Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

Aisladores y pasatapas:

UNE-EN 60168:1997 Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE-EN 60168/A1:1999 Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.

UNE-EN 60168/A2:2001 Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.

UNE 21110-2:1996 Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE 21110-2 ERRATUM:1997 Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE-EN 60137:2011 Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.

UNE-EN 60507:2014 Ensayos de contaminación artificial de aisladores de cerámica y vidrio para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta:

UNE-EN 62271-1:2019 Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.

UNE-EN 61439-5:2015 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

Seccionadores:

UNE-EN 62271-1:2019 Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.

UNE-EN 62271-102:2005 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

UNE-EN 62271-103:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-106:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.

UNE-EN 62271-104:2015 Aparata de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 52 kV.

UNE-EN 62271-100:2011 Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

Aparata bajo envolvente metálica o aislante:

UNE-EN 62271-200:2012 Aparata de alta tensión. Parte 200: Aparata bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-201:2015 Aparata de alta tensión. Parte 201: Aparata bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-203:2013 Aparata de alta tensión. Parte 203: Aparata bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.

UNE-EN 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Transformadores de potencia:

UNE-EN 60076-1:2013 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN 60076-2:2013 Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.

UNE-EN 60076-3:2014 CORR 2014 Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.

UNE-EN 60076-5:2008 Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.

UNE-EN 60076-11:2005 Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.

UNE-EN 50588-1:2018 Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.

UNE 21428-1:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.

UNE 21428-1-1:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.

UNE 21428-1-2:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.

UNE-EN 50464-2-1:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.

UNE-EN 50464-2-2:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

UNE-EN 50464-2-3:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

UNE-EN 50464-3:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.

Centros de transformación prefabricados:

UNE-EN 62271-202:2015 Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.

UNE-EN 62271-212:2017 (Versión corregida en fecha 2017-11-15) Aparata de alta tensión. Parte 212: Conjuntos compactos de equipos para centros de transformación (CEADS).

Transformadores de medida y protección:

UNE-EN 61869-2:2013 Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.

UNE-EN 61869-1:2010 Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 61869-5:2012 Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.

UNE-EN 61869-3:2012 Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.

UNE-EN 61869-4:2014 (Ratificada) Transformadores de medida. Parte 4: Requisitos adicionales para transformadores combinados. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2014.)

Pararrayos:

UNE-EN 60099-4:2016 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

Fusibles de alta tensión:

UNE-EN 60282-1:2011 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.

Cables y accesorios de conexión de cables:

UNE 211605:2013 Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.

UNE-EN 60332-1-2:2005 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.

UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.

UNE 211002:2017 Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas

UNE 21027-9:2014 Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables con propiedades especiales ante el fuego. Cables unipolares sin cubierta con aislamiento reticulado libre de halógenos y baja emisión de humo. Cables no propagadores del incendio.

UNE 211006:2010 Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

UNE 211620:2018 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9).

UNE 211027:2013 Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

UNE 211028:2013 Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

1.6 Replanteo

Con anterioridad a la redacción del presente Plan Especial de Infraestructuras de los Proyectos De Plantas Solares Fotovoltaicas El Árbol Y La Espiga y su infraestructura de evacuación común se han realizado los pertinentes estudios preliminares sobre las posibles afecciones urbanísticas, ambientales y sectoriales producidas por la implantación de los distintos elementos que conforman la instalación. Del replanteo previo realizado se ha optado por el planteamiento de una red con una extensión y longitud mínima, que minimice su afección en suelos urbanizados, protegidos e infraestructuras existentes. Las instalaciones de las plantas fotovoltaicas, subestación y líneas de evacuación son compatibles con el planeamiento de los municipios afectados. Cada uno de los elementos que conforman la instalación que se incluye dentro del alcance del presente Plan Especial se señalan a través de las coordenadas ETRS89 / UTM – H30.

1.6.1 Plantas solares fotovoltaicas

Planta solar fotovoltaica “El Árbol” – Zona Ciempozuelos

Vallado de la planta fotovoltaica

Coordenadas de Vallado EL ÁRBOL Zona Ciempozuelos					
UTM ETRS89 HUSO 30N					
Vértice	X (m)	Y (m)	Vértice	X (m)	Y (m)
V1_1	445514,87	4443476,451	V2_1	445532,214	4443695,053
V1_2	445464,855	4443569,874	V2_2	445488,114	4443701,683
V1_3	445406,549	4443496,726	V2_3	445469,965	4443706,606
V1_4	445376,727	4443451,905	V2_4	445426,37	4443726,442
V1_5	445341,441	4443407,268	V2_5	445371,157	4443738,093
V1_6	445205,715	4443264,64	V2_6	444989,072	4443213,277
V1_7	445690,898	4443264,64	V2_7	445139,306	4443213,277
V1_8	445701,767	4443284,765	V2_8	445215,37	4443286,704
V1_9	445733,616	4443326,459	V2_9	445342,596	4443421,68
V1_10	445804,269	4443381,008	V2_10	445370,295	4443456,664
V1_11	445760,792	4443429,414	V2_11	445411,13	4443517,295
V1_12	445637,274	4443527,313	V2_12	445449,456	4443564,013
V1_13	445548,286	4443531,012	V2_13	445496,925	4443638,507
V1_14	445564,567	4443491,115	V2_14	445534,116	4443686,633

Tabla 23. Coordenadas del vallado de la PSFV Zona Ciempozuelos

Acceso a la planta fotovoltaica

Coordenadas Accesos Zona Ciempozuelos		
UTM ETRS89 HUSO 30N		
Nombre	X (m)	Y (m)
AC14	445454,530	4443571,680
AC15	445462,250	4443565,930
AC M-404	445709,510	4446231,270

Tabla 25. Coordenadas de los accesos de la PSFV Zona Ciempozuelos.

Planta solar fotovoltaica “La Espiga” – Zona Ciempozuelos

Coordenadas de Vallado LA ESPIGA Zona Ciempozuelos					
UTM ETRS89 HUSO 30N					
Vértice	X (m)	Y (m)	Vértice	X (m)	Y (m)
V1_1	445365,509	4443738,829	V1_5	444920,748	4443253,384
V1_2	445138,262	4443770,192	V1_6	444935,93	4443240,771
V1_3	444937,752	4443770,589	V1_7	444940,848	4443213,277
V1_4	444887,356	4443609,188	V1_8	444982,887	4443213,277

Tabla 26. Coordenadas del vallado de la PSFV Zona Ciempozuelos.

Acceso a la planta fotovoltaica

Coordenadas Accesos Zona Ciempozuelos		
UTM ETRS89 HUSO 30N		
Nombre	X (m)	Y (m)
AC08	444889,460	4443584,960

Coordenadas Accesos Zona Ciempozuelos		
UTM ETRS89 HUSO 30N		
Nombre	X (m)	Y (m)
AC M-404	445709,510	4446231,270

Tabla 24. Coordenadas de los accesos de la PSFV Zona Ciempozuelos.

1.6.2 Subestación SET “Mazarrón” 30/220kV

Vértice	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
V1	434.363	4.450.710
V2	434.387	4.450.693
V3	434.352	4.450.645
V4	434.328	4.450.663

Tabla 28. Coordenadas de los vértices del vallado de la subestación.

Vértice	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
P1	434.363	4.450.712
P2	434.389	4.450.693
P3	434.352	4.450.644
P4	434.327	4.450.663

Tabla 29. Coordenadas de los vértices de la plataforma de la subestación.

Entrada/Acceso	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
Punto de entronque Carretera M-404	434.169	4.449.286
Punto de entronque Camino de ref. catastral 28150A00109003	434.839	4.450.380
Acceso a Subestación	434.363	4.450.658

Tabla 30. Coordenadas Acceso Subestación.

1.6.3 Línea subterránea de evacuación 30kV

Tramo 3 Zona Cobeja + Borox: Coordenadas de Línea de Evacuación (2 circuitos) de 30 kV					
UTM ETRS89 HUSO 30N					
Vértice	X (m)	Y (m)	Vértice2	X (m)3	Y (m)4
18	432836,434	4446697,388	29	433056,191	4449501,198
19	432267,34	4447139,866	30	433091,773	4449490,93
20	432105,904	4447276,455	31	433122,609	4449492,348
21	432454,915	4447570,716	32	433144,982	4449512,91
22	432526,288	4447651,332	33	433144,101	4449562,869
23	433525,558	4448489,982	34	433554,492	4449979,571
24	432948,615	4449070,323	35	433419,361	4450154,058
25	432920,28	4449120,121	36	433788,787	4450409,857
26	432912,061	4449158,569	37	434339,824	4450618,213
27	432905,772	4449203,009	38	434336,861	4450653,812
28	432919,688	4449248,874	39	434344,081	4450659,959

Tabla 5. Coordenadas de la LSMT de evacuación de la PSFV Tramo 3 Zona Cobeja + Borox.

Tramo 4 Zona Ciempozuelos: Coordenadas de Línea de Evacuación (1 circuito) de 30 kV					
UTM ETRS89 HUSO 30N					
Vértice	X (m)	Y (m)	Vértice2	X (m)3	Y (m)4
1	444933,294	4443743,352	47	439745,501	4447994,536
2	444888,41	4443760,972	48	439684,763	4448017,819
3	444878,4	4443772,984	49	439594,539	4448002,577
4	444748,586	4443765,512	50	439568,304	4447978,116
5	444482,395	4443729,799	51	439531,787	4447981,017
6	444442,737	4443710,385	52	439499,42	4448016,395
7	444374,165	4443696,266	53	439477,345	4448060,894
8	444248,96	4443923,316	54	439428,817	4448079,64
9	444197,05	4444080,29	55	439383,091	4448110,124
10	444134,344	4444218,576	56	439373,633	4448175,617
11	444126,212	4444264,637	57	439198,692	4448220,233
12	443988,756	4444195,77	58	438877,337	4448272,297
13	443925,219	4444237,09	59	438808,916	4448302,333
14	443420,558	4444231,484	60	438493,174	4448382,484
15	443071,209	4444202,207	61	438318,944	4448439,772
16	443040,534	4444392,78	62	438291,613	4448434,779
17	442990,006	4444606,546	63	438185,446	4448470,519
18	442921,831	4444841,379	64	437989,93	4448554,612
19	442896,753	4445019,727	65	437939,862	4448593,23

Tramo 4 Zona Ciempozuelos: Coordenadas de Línea de Evacuación (1 circuito) de 30 kV					
UTM ETRS89 HUSO 30N					
Vértice	X (m)	Y (m)	Vértice2	X (m)3	Y (m)4
20	442807,884	4445319,591	66	437861,294	4448615,711
21	442748,683	4445459,314	67	437855,382	4448639,493
22	442677,906	4445591,481	68	437749,069	4448695,73
23	442549,197	4445763,958	69	437690,875	4448715,439
24	442361,187	4445946,994	70	437537,668	4448812,54
25	442220,106	4445881,625	71	437311,143	4448975,996
26	441966,527	4446127,932	72	437184,741	4449080,587
27	441937,6754	4446161,322	73	437169,43	4449117,724
28	441808,699	4446281,897	74	437119,569	4449175,717
29	441778,159	4446311,777	75	437024,439	4449256,656
30	441629,587	4446447,267	76	436968,201	4449277,154
31	441605,293	4446473,429	77	436816,046	4449442,317
32	441583,686	4446515,593	78	436800,541	4449450,004
33	441474,278	4446592,181	79	436635,706	4449499,704
34	441446,685	4446635,367	80	436540,412	4449517,048
35	441342,38	4446725,613	81	436287,562	4449535,648
36	441299,802	4446740,055	82	436057,332	4449538,674
37	441023,242	4446945,196	83	435912,125	4449641,529
38	440585,433	4447206,585	84	435841,556	4449729,134
39	440372,223	4447356,989	85	435785,141	4449761,772
40	440214,198	4447515,364	86	435751,593	4449795,643
41	440128,681	4447623,112	87	435610,628	4449968,811
42	440028,687	4447680,344	88	435548,237	4450013,724
43	439988,549	4447716,135	89	435121,868	4450510,627
44	439950,139	4447775,687	90	435079,191	4450788,251
45	439895,879	4447886,791	91	434797,195	4450736,495
46	439827,408	4447925,548	92	434339,824	4450618,213

Tabla 6. Coordenadas de la LSMT de evacuación de la PSFV Tramo 4 Zona Ciempozuelos.

1.6.4 Instalación de enlace (Línea Aérea de Alta Tensión 220kV S/C “SET MAZARRÓN – SE TORREJÓN DE VELASCO 220KV”)

COORDENADAS TRAZA LINEA AÉREA 220KV		
ETRS89 UTM 30N		
Punto	X (m)	Y (m)
Origen (Pórtico SET Mazarrón)	434.372	4.450.694
Apoyo T-1	434.382	4.450.723
Final (Pórtico SE Torrejón de Velasco 220 kV)	434.399	4.450.747

Tabla 34. Coordenadas Línea 220 kV

1.7 Construcción y montaje

1.7.1 Planta fotovoltaica

1. Obra civil

- 1.1. Replanteo del perímetro y de los elementos principales de la instalación.
- 1.2. Limpieza del terreno y movimientos de tierra para preparación de superficies, desmontes, accesos y terraplenes (en su caso).
- 1.3. Excavaciones para la cimentación, drenajes, red de tierras y canalizaciones subterráneas.
- 1.4. Explanación de los viales interiores.
- 1.5. Cimentación de las construcciones e instalaciones.
- 1.6. Acabado y acondicionamiento superficial parque fotovoltaico.

2. Montaje de elementos constructivos principales

- 2.1. Construcción del vallado perimetral.
- 2.2. Montaje de edificaciones e instalaciones: estaciones meteorológicas, edificio O&M / almacén y las instalaciones de trabajo temporal.
- 2.3. Construcción de los viales interiores.
- 2.4. Acabado superficial parque fotovoltaico.

2. Montaje de los soportes

- 2.1. Puesta a tierra de los soportes.
- 2.2. Acopio y armado de soportes. El armado completo podrá realizarse en el suelo.
- 2.3. Colocación y fijación al terreno de los soportes sobre la fundación, previamente a la colocación de los paneles.

3. Montaje de la instalación fotovoltaica

- 3.1. Tendido de cableado eléctrico instalaciones de BT.
- 3.2. Instalación de los inversores fotovoltaicos y las cabinas de transformación.
- 3.3. Tendido de cableado MT y puesta de tierra de tierra.
- 3.4. Colocación de los paneles fotovoltaicos
- 3.5. Conexión de los elementos de la instalación fotovoltaica

4. Revisión técnica de la línea y comprobaciones de funcionamiento

1.7.2 Subestación SET "Mazarrón" 30/220kV

1. Obra civil

- 1.1. Replanteo de elementos y vértices principales de la instalación
- 1.2. Limpieza del terreno y movimientos de tierra para preparación de superficies, desmontes, accesos y terraplenes (en su caso).

- 1.3. Excavaciones para la cimentación, drenajes, red de tierras y canalizaciones subterráneas.
- 1.4. Cimentación de transformadores, interruptores, seccionadores, pararrayos y edificio prefabricado (Sala de Control, Sala de Media Tensión y Sala de Servicios Auxiliares).
- 1.5. Ejecución de drenajes, red de tierras y canalizaciones subterráneas.
- 1.6. Acabado superficial parque, urbanización y cerramiento perimetral.

2. Montaje de elementos y equipos principales

- 2.1. Montaje de edificio prefabricado (Sala de Control, Sala de Media Tensión y Sala de Servicios Auxiliares).
- 2.2. Montaje de estructuras metálicas y soportes.
- 2.3. Montaje de transformadores, interruptores, seccionadores y pararrayos.
- 2.4. Montaje electromecánico de equipos.
- 2.5. Instalación de sistema de comunicaciones, servicios auxiliares, grupo electrógeno, sistema de medida fiscal y red de puesta a tierra.
- 2.6. Instalación, cableado y conexión de equipos y equipamiento de seguridad.

3. Ensayos y verificaciones

- 3.1. Realizar todos los ensayos y verificaciones que exige la normativa para una subestación.

1.7.3 Líneas Aéreas de Alta Tensión

1. Obra civil

- 1.1. Replanteo de apoyos, identificando los vértices o puntos singulares que definan el trazado de la línea y de los apoyos.
- 1.2. Definición de accesos a apoyos.
- 1.3. Explanaciones, nivelando los terrenos en la base de los apoyos y dando salida a la escorrentía.
- 1.4. Excavaciones para la cimentación.
- 1.5. Cimentación de los apoyos, que puede ser hormigonando, mediante anclaje (en su caso) de los apoyos con plantilla, con bases empotradas, cimentaciones armadas, en roca con pernos, con pantallas, encepados o pilotes.
- 1.6. Control de calidad, revisando las tolerancias máximas admisibles y las características de los materiales empleados.

2. Montaje de los apoyos

- 2.1. Puesta a tierra del apoyo.
- 2.2. Acopio y armado de apoyos. El armado completo de la torre podrá realizarse en el suelo para su posterior izado o por partes, para su posterior colocación.
- 2.3. Izado de las torres, colocando la torre en su posición definitiva sobre la fundación, previamente al tendido de conductores.

3. Tendido de conductores y cable de tierra

- 3.1. Acopios de materiales.

- 3.2. Armado y montaje de cadenas, herrajes, aisladores y demás accesorios, para verificar el perfecto acople y conexión de todas las piezas con las tolerancias prescritas.
- 3.3. Acopio de cadenas armadas y con sus aisladores en campo, embaladas para evitar que se ensucien o se dañen.
- 3.4. Acopio de herrajes y bobinas, evitando daños o suciedad en los elementos.
- 3.5. Preparación de herramientas de tendido: cabestrantes, máquinas de frenado y poleas del conductor y cables de tierra, máquinas de empalmar, mordazas, dinamómetros, giratorios, contrapesos para cable OPGW, ...
- 3.6. Protección de los cruzamientos de la línea con carreteras, ferrocarril, líneas telefónicas y eléctricas, caminos, ...
- 3.7. Tendido de conductor y cable de tierra, manualmente o con medios mecánicos.
- 3.8. Tensado, regulado y engrapado de conductor y cable de tierra, contemplando la tala de los elementos arbóreos que se ubiquen dentro de la afección de la línea.

4. Revisión técnica de la línea y comprobaciones de funcionamiento

1.8 Régimen de explotación y prestación del servicio

La instalación será explotada por 32 INSTALACIÓN SOLAR MAZARRÓN, S.L. Y 9 INSTALACIÓN SOLAR MAZARRÓN, S.L., que venderán la energía eléctrica producida durante un periodo de explotación comercial de al menos 40 años.

2. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

2.1 Plazos de ejecución

A continuación, se adjunta un cronograma estimado de la duración de los trabajos, reflejando las partidas principales que intervienen en la ejecución de la obra.

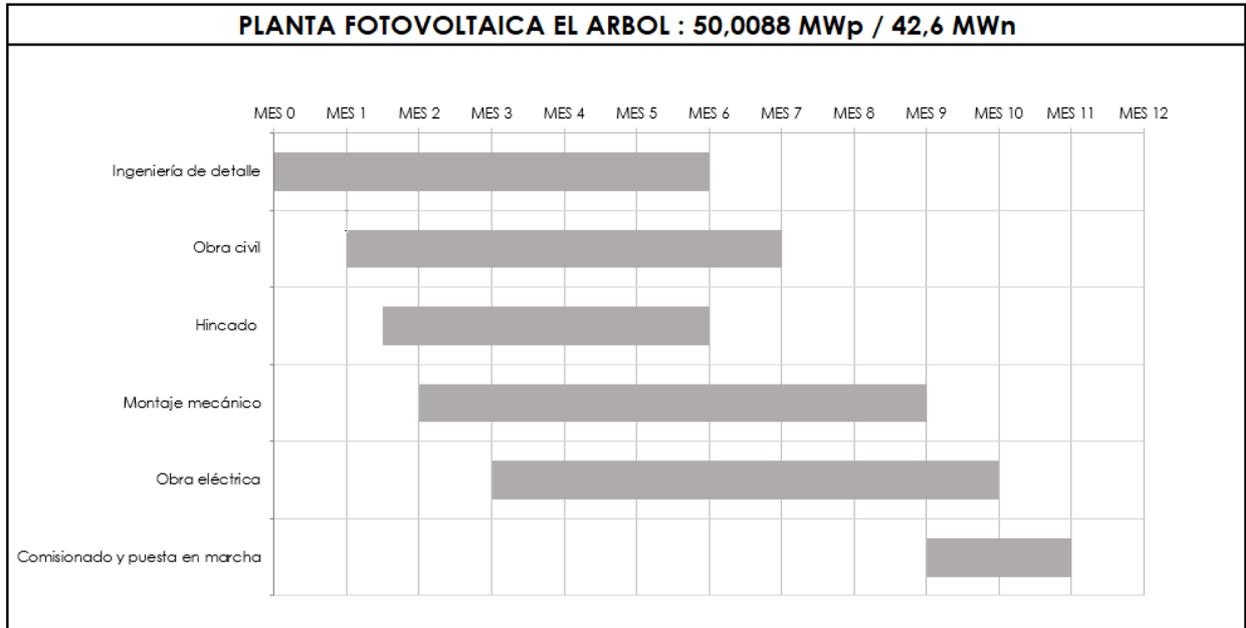


Imagen 32. Cronograma de ejecución de la obra de la Planta Fotovoltaica.

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
INGENIERÍA Y TRABAJOS PREVIOS	█	█	█	█	█	█	█					
Licencias	█											
Contrataciones	█											
Ingeniería de detalle	█	█	█	█	█	█						
OBRA CIVIL Y MONTAJE PARQUE INTEMPERIE SET			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Implantación en obra			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Adecuación de acceso			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Plataforma y Red de tierras enterradas				█	█	█	█	█	█	█	█	█
Cimentaciones parque exterior				█	█	█	█	█	█	█	█	█
Montaje Estructuras Metálicas					█	█	█	█	█	█	█	█
Montaje Aparamiento parque 220 kV							█	█	█	█	█	█
Conexión Aparamiento 220 kV										█	█	█
Transformador de potencia											█	█
Tendido cable Control y Comunicaciones											█	█
EDIFICIO ELÉCTRICO					█	█	█	█	█	█	█	█
Cimentaciones					█	█	█	█	█	█	█	█
Estructura y cubierta						█	█	█	█	█	█	█
Albañilería y solados							█	█	█	█	█	█
Revesamientos y carpintería interior								█	█	█	█	█
Celdas y aparamiento de 30 kV									█	█	█	█
Servicios auxiliares, Control y Protección										█	█	█
Instalaciones interiores											█	█
LINEA AÉREA ALTA TENSION										█	█	█
Replanteo de apoyos										█	█	█
Adecuación de accesos										█	█	█
Acopio de Apoyos y materiales en obra										█	█	█
Obra civil Cimentaciones										█	█	█
Montaje e izado apoyos										█	█	█
Tendido, regulado, engrapado										█	█	█
Señalización y restauración áreas afectadas										█	█	█
ENSAYOS Y PUESTA EN MARCHA												█
CONEXIÓN A LA RED Y FIN DE OBRA												█

Imagen 33. Cronograma de ejecución de la obra de la SET y LAAT.

2.2 Valoración de las obras

A continuación, se incluyen los presupuestos previstos en los antecedentes de los proyectos:

Planta Fotovoltaica El Árbol y su Infraestructura de Evacuación:

CÓDIGO		IMPORTE
	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 KV	26.378.120,98 €
01	CAPITULO 01. EQUIPOS PRINCIPALES	14.602.569,60 €
01.01	SUBCAPITULO 01.01. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	8.101.425,60 €
01.02	SUBCAPITULO 01.02. INVERSORES	1.050.184,80 €
01.03	SUBCAPITULO 01.03. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	1.050.184,80 €
01.04	SUBCAPITULO 01.04. ESTRUCTURAS	4.400.774,40 €
02	CAPITULO 02. OBRA CIVIL	2.494.582,96 €
02.01	SUBCAPITULO 02.01. PREPARACION DEL TERRENO	362.714,50 €
02.02	SUBCAPITULO 02.02. VALLADO	295.293,12 €
02.03	SUBCAPITULO 02.03. CAMINOS	482.561,40 €
02.04	SUBCAPITULO 02.04. DRENAJES	45.842,02 €
02.05	SUBCAPITULO 02.05. ZANJAS	647.576,80 €
02.06	SUBCAPITULO 02.06. TUBOS Y ARQUETAS	273.891,60 €
02.07	SUBCAPITULO 02.07. CIMENTACIONES	230.378,52 €
02.08	SUBCAPITULO 02.08. EDIFICIO DE CONTROL	156.325,00 €
03	CAPITULO 03. OBRA ELÉCTRICA	731.056,88 €
03.01	SUBCAPITULO 03.01. CABLEADO SOLAR	310.342,80 €
03.02	SUBCAPITULO 03.02. CABLEADO BAJA TENSIÓN	177.239,16 €
03.03	SUBCAPITULO 03.03. CABLEADO MEDIA TENSIÓN	25.687,80 €
03.04	SUBCAPITULO 03.04. CABLEADO COMUNICACIONES	19.760,36 €
03.05	SUBCAPITULO 03.05. PUESTA A TIERRA	198.026,76 €
04	CAPITULO 04. SISTEMA DE CONTROL	106.338,00 €
04.01	SUBCAPITULO 04.01. SCADA	106.338,00 €
05	CAPITULO 05. SISTEMA DE SEGURIDAD	237.306,15 €
05.01	SUBCAPITULO 05.01. ANTIINTRUSIÓN	237.306,15 €
06	CAPITULO 06. VARIOS	548.406,18 €
06.01	SUBCAPITULO 06.01. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	54.515,56 €
06.02	SUBCAPITULO 06.02. VIGILANCIA AMBIENTAL Y GESTION DE RESIDUOS	109.031,12 €
06.03	SUBCAPITULO 06.03. SEGURIDAD Y SALUD	233.954,10 €
06.04	SUBCAPITULO 06.04. INGENIERIA	125.901,00 €
06.05	SUBCAPITULO 06.05. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	25.004,40 €
07	CAPITULO 07. LINEA DE EVACUACIÓN EN MEDIA TENSION	7.657.861,21 €
07.01	SUBCAPITULO 07.01. OBRA CIVIL	1.694.977,32 €
07.02	SUBCAPITULO 07.02. OBRA ELÉCTRICA	5.962.883,90 €
	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA MAZARRÓN 30/220 KV	2.248.646,63 €
1	CAPITULO 01. INGENIERIA	80.200,00 €
2	CAPITULO 02. EQUIPOS PRINCIPALES	1.730.343,00 €
02.01	SUBCAPITULO 02.01. TRANSFORMADOR DE POTENCIA	905.000,00 €
02.02	SUBCAPITULO 02.02. APARAMENTA 220 KV	111.125,00 €
02.03	SUBCAPITULO 02.03. APARAMENTA 30 KV	245.500,00 €

CÓDIGO		IMPORTE
02.04	SUBCAPITULO 02.04. EMBARRADOS Y CABLEADOS	16.825,00 €
02.05	SUBCAPITULO 02.05. ESTRUCTURAS	44.980,00 €
02.06	SUBCAPITULO 02.06. RED DE TIERRAS	36.469,00 €
02.07	SUBCAPITULO 02.07. SERVICIOS AUXILIARES	134.700,00 €
02.08	SUBCAPITULO 02.08. CONTROL, PROTECCION Y MEDIDA	146.800,00 €
02.09	SUBCAPITULO 02.09. VARIOS	88.944,00 €
3	CAPITULO 03. OBRA CIVIL	293.136,61 €
4	CAPITULO 04. MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	125.078,00 €
04.01	SUBCAPITULO 04.01. MONTAJE ELECTROMECHANICO	107.078,00 €
04.02	SUBCAPITULO 04.02. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	18.000,00 €
5	CAPITULO 05. OTROS GASTOS AT	19.889,02 €
	LAAT S/C 220 KV "SET MAZARRÓN – SE TORREJÓN DE VELASCO A 220 KV"	84.447,50 €
1	CAPITULO 01. INGENIERIA Y VARIOS	8.380,00 €
2	CAPITULO 02. MATERIALES LÍNEA AÉREA	32.236,97 €
3	CAPITULO 03. OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA	6.791,71 €
4	CAPITULO 04. MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	29.313,82 €
5	CAPITULO 05. OTROS GASTOS AT	7.725,00 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)		28.711.215,11 €

El presupuesto de ejecución material (PEM) asciende a la cantidad de **VEINTIOCHO MILLONES SETECIENTOS ONCE MIL DOSCIENTOS QUINCE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS (28.711.215,11 €)**.

Planta Fotovoltaica La Espiga y su Infraestructura de Evacuación:

CÓDIGO		IMPORTE
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 KV		25.842.512,89 €
01	CAPITULO 1. EQUIPOS PRINCIPALES	14.602.569,60 €
01.01	SUBCAPITULO 1.01. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	8.101.425,60 €
01.02	SUBCAPITULO 1.02. INVERSORES	1.050.184,80 €
01.03	SUBCAPITULO 1.03. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	1.050.184,80 €
01.04	SUBCAPITULO 1.04. ESTRUCTURAS	4.400.774,40 €
02	CAPITULO 2. OBRA CIVIL	2.025.240,58 €
02.01	SUBCAPITULO 2.01. PREPARACION DEL TERRENO	285.036,00 €
02.02	SUBCAPITULO 2.02. VALLADO	212.485,06 €
02.03	SUBCAPITULO 2.03. CAMINOS	353.557,43 €
02.04	SUBCAPITULO 2.04. DRENAJES	36.457,67 €
02.05	SUBCAPITULO 2.05. ZANJAS	521.506,80 €
02.06	SUBCAPITULO 2.06. TUBOS Y ARQUETAS	229.494,10 €
02.07	SUBCAPITULO 2.07. CIMENTACIONES	230.378,52 €
02.08	SUBCAPITULO 2.08. EDIFICIO DE CONTROL	156.325,00 €
03	CAPITULO 3. OBRA ELÉCTRICA	731.056,88 €
03.01	SUBCAPITULO 3.01. CABLEADO SOLAR	310.342,80 €
03.02	SUBCAPITULO 3.02. CABLEADO BAJA TENSIÓN	177.239,16 €
03.03	SUBCAPITULO 3.03. CABLEADO MEDIA TENSIÓN	25.687,80 €

CÓDIGO		IMPORTE
03.04	SUBCAPITULO 3.04. CABLEADO COMUNICACIONES	19.760,36 €
03.05	SUBCAPITULO 3.05. PUESTA A TIERRA	198.026,76 €
04	CAPITULO 4. SISTEMA DE CONTROL	106.338,00 €
04.01	SUBCAPITULO 4.01. SCADA	106.338,00 €
05	CAPITULO 5. SISTEMA DE SEGURIDAD	175.817,91 €
05.01	SUBCAPITULO 5.01. ANTIINTRUSIÓN	175.817,91 €
06	CAPITULO 6. VARIOS	543.628,71 €
06.01	SUBCAPITULO 06.01. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	52.923,07 €
06.02	SUBCAPITULO 06.02. VIGILANCIA AMBIENTAL Y GESTION DE RESIDUOS	105.846,14 €
06.03	SUBCAPITULO 06.03. SEGURIDAD Y SALUD	233.954,10 €
06.04	SUBCAPITULO 06.04. INGENIERIA	125.901,00 €
06.05	SUBCAPITULO 06.05. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	25.004,40 €
07	CAPITULO 07. LINEA DE EVACUACIÓN EN MEDIA TENSION	7.657.861,21 €
07.01	SUBCAPITULO 07.01. OBRA CIVIL	1.694.977,32 €
07.02	SUBCAPITULO 07.02. OBRA ELÉCTRICA	5.962.883,90 €
	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA MAZARRÓN 30/220 KV	2.248.646,63 €
1	CAPITULO 01. INGENIERIA	80.200,00 €
2	CAPITULO 02. EQUIPOS PRINCIPALES	1.730.343,00 €
02.01	SUBCAPITULO 02.01. TRANSFORMADOR DE POTENCIA	905.000,00 €
02.02	SUBCAPITULO 02.02. APARAMENTA 220 KV	111.125,00 €
02.03	SUBCAPITULO 02.03. APARAMENTA 30 KV	245.500,00 €
02.04	SUBCAPITULO 02.04. EMBARRADOS Y CABLEADOS	16.825,00 €
02.05	SUBCAPITULO 02.05. ESTRUCTURAS	44.980,00 €
02.06	SUBCAPITULO 02.06. RED DE TIERRAS	36.469,00 €
02.07	SUBCAPITULO 02.07. SERVICIOS AUXILIARES	134.700,00 €
02.08	SUBCAPITULO 02.08. CONTROL, PROTECCION Y MEDIDA	146.800,00 €
02.09	SUBCAPITULO 02.09. VARIOS	88.944,00 €
3	CAPITULO 03. OBRA CIVIL	293.136,61 €
4	CAPITULO 04. MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	125.078,00 €
04.01	SUBCAPITULO 04.01. MONTAJE ELECTROMECHANICO	107.078,00 €
04.02	SUBCAPITULO 04.02. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	18.000,00 €
5	CAPITULO 05. OTROS GASTOS AT	19.889,02 €
	LAAT S/C 220 KV	84.447,50 €
	“SET MAZARRÓN – SE TORREJÓN DE VELASCO A 220 KV”	
1	CAPITULO 01. INGENIERIA Y VARIOS	8.380,00 €
2	CAPITULO 02. MATERIALES LÍNEA AÉREA	32.236,97 €
3	CAPITULO 03. OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA	6.791,71 €
4	CAPITULO 04. MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	29.313,82 €
5	CAPITULO 05. OTROS GASTOS AT	7.725,00 €
	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)	28.175.607,02 €

El presupuesto de ejecución material (PEM) asciende a la cantidad de VEINTIOCHO MILLONES CIENTO SETENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS SIETE EUROS CON DOS CÉNTIMOS (28.175.607,02 €).

2.3 Estimación de los gastos (obtención del suelo,)

El conjunto de la inversión dedicada a los presupuestos de ejecución material (PEM) para la construcción de las instalaciones del Proyecto Fotovoltaico “El Árbol” son:

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 KV	26.378.120,98 €
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA MAZARRÓN 30/220 KV	2.248.646,63 €
LAAT S/C 220 KV	84.447,50 €
“SET MAZARRÓN – SE TORREJÓN DE VELASCO A 220 KV”	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)	28.711.215,11 €

El conjunto de la inversión dedicada a los presupuestos de ejecución material (PEM) para la construcción de las instalaciones del Proyecto Fotovoltaico “La Espiga” son:

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 KV	25.842.512,89 €
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA MAZARRÓN 30/220 KV	2.248.646,63 €
LAAT S/C 220 KV	84.447,50 €
“SET MAZARRÓN – SE TORREJÓN DE VELASCO A 220 KV”	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)	28.175.607,02 €

El presupuesto de ejecución material (PEM) para la construcción de las instalaciones de los PROYECTOS DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EL ÁRBOL Y LA ESPIGA Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN COMÚN alcanza los CINCUENTA Y SEIS MILLONES OCHOCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON TRECE CÉNTIMOS (56.886.822,13 €). Adicionalmente hay otras inversiones relevantes como son la adquisición o alquiler del terreno durante el periodo de construcción y explotación del proyecto.

2.4 Estimación total de costes del Plan Especial

La estimación de costes del Plan Especial incluirá la parte de las instalaciones que están ubicadas en la Comunidad Autónoma de Madrid:

- Plantas solares fotovoltaicas “El Árbol” y “La Espiga” – Zona Ciempozuelos
- Subestación Eléctrica Mazarrón 30/220KV en el término municipal Torrejón de Velasco.
- Línea subterránea de evacuación 30kV - tramo 3 (dentro de la Comunidad Autónoma de Madrid) y tramo 4
- Línea Aérea de Alta Tensión 220kV S/C “SET MAZARRÓN – SE TORREJÓN DE VELASCO 220KV”

A esta estimación de costes se le añadirán los honorarios y gastos deducidos de la redacción y tramitación del Plan Especial.

2.5 Sistema de ejecución y financiación

Se actuará por expropiación, cesión, servidumbre o acuerdo con los propietarios de los terrenos donde se implantan las instalaciones.

La ejecución del proyecto se ha previsto mediante financiación de fondos propios de la sociedad titular de las instalaciones.

3. MEMORIA DE IMPACTO NORMATIVO

3.1 Impacto por razón de género, orientación sexual y en la infancia y la adolescencia

A la vista del contenido de este Plan Especial de Infraestructuras se puede concluir que:

No contiene disposiciones referidas a la población LGTBI, ni otras que pudieran relacionarse con la discriminación por razón de orientación e identidad sexual, respetándose las disposiciones normativas contenidas en la Ley 3/2016, de 22 de julio, de Protección Integral contra la LGTBI Fobia y la Discriminación por Razón de Orientación e Identidad Sexual en la Comunidad de Madrid.

Este Plan Especial no contiene determinaciones que supongan un impacto negativo en las materias reguladas en la Ley Orgánica 1/1996, de 15 de enero de Protección Jurídica del Menor.

Tampoco contiene determinaciones que supongan un impacto negativo en la familia en los términos recogidos en la Ley 40/2003, de 18 de noviembre, de Protección a las Familias Numerosas

Asimismo, tampoco contiene determinaciones que supongan un impacto negativo en las materias en la Ley 6/1995, de 28 de marzo, de Garantías de los Derechos de la Infancia y la Adolescencia en la Comunidad de Madrid.

El presente Plan Especial de Infraestructuras de los PROYECTOS DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EL ÁRBOL Y LA ESPIGA Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN COMÚN no tiene impacto por razón de género, orientación sexual y en la infancia y en la adolescencia, ya que se trata de obras de infraestructuras eléctricas que no afectan en ninguno de estos aspectos.

3.2 Justificación de cumplimiento sobre accesibilidad universal

Las instalaciones que forman parte de los PROYECTOS DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EL ÁRBOL Y LA ESPIGA Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN, son de acceso restringido y no entran dentro del ámbito de aplicación de las prescripciones del Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.

4. EQUIPO REDACTOR

Nombre	Titulación
Joaquín del Río Reyes	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Amelia Mateos Yagüe	Arquitecta Urbanista
Efrén Arenas Liñán	Abogado Especialista en Urbanismo
Laura de Torres Gutiérrez	Arquitecta
Beatriz Ponte Suárez	Geógrafa Urbanista
Miguel Ángel Freijedo Butler	Arquitecto
Danilo Arboleda Orejuela	Arquitecto
Alberto Acosta Hernández	Arquitecto

Firmado.

Joaquín del Río Reyes



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos