



2021

MEMORIA JUSTIFICATIVA PARA SOLICITUD DE DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA VILANOVA DE ALCOLEA II

BENLLOC Y VILANOVA D'ALCOLEA – CASTELLÓN

AUTORA: Lucía Lampón Bentrón
Ingeniera Industrial
(Col. 3.002 ICOIIG)

DEPARTAMENTO TÉCNICO



ÍNDICE

página

Documento 01: Memoria	4
1.1. Introducción y antecedentes	4
1.2. Objeto	5
1.3. Alcance.....	6
1.4. Normativa.....	7
1.5. Uso de la instalación fotovoltaica	8
1.6. Promotor del campo solar	8
1.7. Empresa instaladora.....	8
1.8. Emplazamiento	8
1.9. Descripción general de las centrales solares fotovoltaicas.....	10
1.10. Características básicas de la instalación proyectada	10
1.11. Características del punto de conexión.....	11
1.12. Configuración de medida.....	13
1.13. Descripción de las instalaciones. Obra civil	14
1.13.1. Vallado perimetral	14
1.13.2. Acondicionamiento y nivelación de terreno	14
1.13.3. Situación de los inversores	15
1.13.4. Estructura.....	15
1.13.5. Zanjas.....	15
1.13.6. Centro de transformación, protección y medida (CT y CPM)	16
1.13.7. Plataforma del CT y CPM	17
1.13.8. Subestación	17
1.13.9. Sistema de seguridad	17
1.13.10. Alumbrado exterior.....	17
1.14. Descripción de las instalaciones. Instalación eléctrica	18
1.14.1. Módulos fotovoltaicos	18
1.14.2. Inversores	19
1.14.3. Monitorización.....	20
1.14.4. Cableado	20
1.14.5. Zanjas y canalizaciones.....	21
1.14.6. Centro de transformación y centro de protección y medida	22

1.14.7.	Línea de interconexión.....	24
1.14.8.	Línea de evacuación	24
1.14.9.	Forma de la onda.....	25
1.14.10.	Protecciones.....	25
1.14.11.	Puesta a Tierra	31
1.14.12.	Descripción del sistema de protección contra contactos indirectos.....	35
1.14.13.	Descripción del sistema de protección contra contactos directos.....	36
1.14.14.	Líneas principales de tierra	37
1.14.15.	Derivaciones de las líneas principales de tierra.....	37
1.15.	Línea de interconexión a 20 kV.....	37
1.15.1.	Emplazamiento.....	37
1.15.2.	Descripción general de las líneas de interconexión	37
1.15.3.	Características básicas la instalación proyectada.....	38
1.15.4.	Actuaciones a realizar para la ejecución de la línea de interconexión.....	39
1.15.5.	Descripción de la detallada de los elementos de la línea de interconexión 40	
1.15.6.	Criterios de diseño	41
1.16.	Subestación Privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV	41
1.16.1.	Uso de la instalación.....	41
1.16.2.	Emplazamiento.....	42
1.16.3.	Características generales. Configuración de la subestación	42
1.16.4.	Distancias eléctricas de seguridad.....	43
1.16.5.	Descripción de las instalaciones. Parque de 132 kV.....	44
1.16.6.	Descripción de las instalaciones. Transformador de potencia	47
1.16.7.	Descripción de las instalaciones. Parque de 20 kV.....	47
1.16.8.	Embarrados y conductores	50
1.16.9.	Sistema de control	50
1.16.10.	Sistema de medida de energía.....	51
1.16.11.	Sistema de Servicios Auxiliares	51
1.16.12.	Estudio de campos electromagnéticos.....	54
1.16.13.	Sistema de puesta a tierra.....	54
1.16.14.	Obra civil	56
1.17.	LSAT 132 kV SET Privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV – SET Aerocas 132/20 kV	58

1.17.1.	Uso de la instalación.....	58
1.17.2.	Emplazamiento.....	58
1.17.3.	Descripción general de las líneas de evacuación.....	59
1.17.4.	Características básicas de la instalación proyectada.....	59
1.17.5.	Actuaciones a realizar para la ejecución de la línea de evacuación	60
1.17.6.	Descripción detallada de los elementos de la línea subterránea	61
1.17.7.	Criterios de diseño	62
1.18.	Estudio de alternativas.....	63
1.18.1.	Justificación de la alternativa seleccionada.....	64
1.19.	Consideraciones finales.....	65
	Anexos.....	66
	Anexo 01: Relación de bienes afectados	67

Documento 01: Memoria

1.1. Introducción y antecedentes

La energía solar eléctrica o fotovoltaica, que es como más comúnmente se la conoce, es una energía limpia y renovable, de fácil instalación y mantenimiento. Se basa en el llamado efecto fotovoltaica que se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores.

De esta forma, se genera un flujo de electrones en el interior de esos materiales y una diferencia de potencial que puede ser aprovechada.

La unidad base es la célula fotovoltaica. Las células se agrupan en paneles que permiten generar electricidad. Esa electricidad puede acumularse en baterías, o bien, mediante conexión, se inyecta a la red de distribución eléctrica o en la red interior de una instalación consumidora.

La generación de electricidad por fuentes alternativas ha sido el reto de nuestra sociedad desde la crisis del petróleo en los años setenta. Hoy la energía solar es una realidad y se ha convertido en el mayor recurso potencial de suministro de electricidad a largo plazo. Producir energía limpia; frenar la dependencia de las importaciones energéticas, limitar el efecto invernadero; apostar por las renovables son objetivos a los que es difícil oponerse.

Las características principales que definen este tipo de energía son las siguientes:

- Se produce de forma continua y es inagotable: en último término, casi todas las formas de energías renovables provienen directa o indirectamente del sol. Así, la energía eólica es provocada por el viento, que a su vez es causado por la diferencia de presión creada con el aumento de temperatura del aire. La biomasa depende por completo de la luz solar, así como la energía hidráulica, cuyo ciclo se inicia con la evaporación. Por ello, podemos asegurar su permanencia.
- No contaminante: no produce emisiones de dióxido de carbono, y sus residuos son fácilmente tratables. A pesar de producir efectos negativos sobre el medio ambiente, estos son mucho menores que en los casos de los combustibles fósiles y la energía nuclear.

- No son fuentes autóctonas: existen, de una forma u otra, en todas las áreas geográficas. Aunque resulta evidente que existen zonas más propensas a su utilización de acuerdo a sus condicionantes climáticas.

La implantación del Parque Fotovoltaico Vilanova de Alcolea II contribuye a reducir la dependencia energética, aprovechar los recursos de energías renovables y diversificar las fuentes de suministro incorporando las menos contaminantes.

Por otro lado, se debe incrementar el ritmo actual de implantación de centrales renovables, para hacer frente a los objetivos internacionales de transformación energética que buscan reducir los efectos del cambio global. El Acuerdo de París pretende, como mínimo, mantener el incremento de la temperatura media del planeta “muy por debajo de 2°C” durante el presente siglo, en comparación con los niveles preindustriales. La incorporación de las energías renovables, junto con el incremento de la eficiencia energética, constituyen la piedra angular para una solución climática viable.

1.2. Objeto

El objeto del presente documento es servir como base para la descripción y justificación de las características técnicas de la instalación fotovoltaica Vilanova de Alcolea I y su línea de interconexión asociada hasta la Subestación privada de Vilanova de Alcolea 20/132 kV, objeto de otro proyecto, y que será compartida con la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea I, junto con la LSAT 132 kV proyectada entre la SET Privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV hasta la SET Aerocas 132/20 kV., sobre la cual se ha solicitado la correspondiente Declaración de Utilidad Pública.

En definitiva, el presente documento tiene como fin dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 143 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:

(...)

TÍTULO VII. Procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución

(...)

CAPÍTULO V. Expropiación y servidumbres

(...)

Sección 2.ª Procedimiento de expropiación

Artículo 143. Solicitud de la declaración de utilidad pública.

(...)

2. La solicitud de declaración, en concreto, de utilidad pública, podrá efectuarse bien de manera simultánea a la solicitud de autorización administrativa y/o de aprobación del proyecto de ejecución, o bien con posterioridad a la obtención de la autorización administrativa.

3. La solicitud se acompañará de un documento técnico y anejo de afecciones del proyecto que contenga la siguiente documentación:

a) Memoria justificativa y características técnicas de la instalación.

b) Plano de situación general, a escala mínima 1:50000.

c) Planos de perfil y planta, con identificación de fincas según proyecto y situación de apoyos y vuelo, en su caso.

d) Relación de las distintas Administraciones públicas afectadas, cuando la instalación pueda afectar a bienes de dominio, uso o servicio público o patrimoniales del Estado, Comunidad Autónoma y Corporaciones locales, o a obras y servicios atribuidos a sus respectivas competencias.

e) Relación concreta e individualizada, en la que se describan, en todos sus aspectos, material y jurídico, los bienes o derechos que considere de necesaria expropiación, ya sea ésta del pleno dominio de terrenos y/o de servidumbre de paso de energía eléctrica y servicios complementarios en su caso, tales como caminos de acceso u otras instalaciones auxiliares.

(...)

1.3. Alcance

Se desarrollan en este documento las características técnicas que definen a la instalación para que sea conforme al fin al que se pretende destinar.

La misión de este documento es justificar la solución adoptada y describir de forma unívoca el objeto del proyecto.

1.4. Normativa

La elección de los materiales, el diseño, y el montaje de la instalación se realizará de acuerdo a lo estipulado en el proyecto y a las normas y disposiciones legales vigentes:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- IDAE, octubre de 2002, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- Plan de Energías Renovables en España (PER) 2011-2020.
- Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020.

- Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.

1.5. Uso de la instalación fotovoltaica

La instalación descrita en el presente proyecto se usará para la venta a red de la energía eléctrica producida.

1.6. Promotor del campo solar

- ✓ **Empresa:** Energía, Innovación y Desarrollo Fotovoltaico, S.A.
- ✓ **C.I.F.:** A-55.025.068
- ✓ **Domicilio:** Pol. Ind. Outeda Curro E03, 36692, Barro, Pontevedra

1.7. Empresa instaladora

- ✓ **Empresa instaladora:** Energía, Innovación y Desarrollo Fotovoltaico, S.A.
- ✓ **C.I.F.:** A-55.025.068
- ✓ **Domicilio:** Pol. Ind. Outeda Curro E03, 36692, Barro, Pontevedra

1.8. Emplazamiento

- **Ubicación:** Polígono 11, Parcelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 19. Fondos. Benlloch (Castellón)
- **Coordenadas UTM:** huso 31; X: 248.607 m E; Y: 4.454.748m N

- **Ref catastral:**
 - 12029A011000010000FF
 - 12029A011000020000FM
 - 12029A011000030000FO
 - 12029A011000040000FK
 - 12029A011000050000FR
 - 12029A011000060000FD
 - 12029A011000070000FX
 - 12029A011000080000FI
 - 12029A011000090000FJ
 - 12029A011000100000FX
 - 12029A011000120000FJ
 - 12029A011000130000FE
 - 12029A011000140000FS
 - 12029A011000150000FZ
 - 12029A011000160000FU
 - 12029A011000170000FH
 - 12029A011000190000FA

- **Superficie de las parcelas:**

Parcela	Superficie
Polígono 11, Parcela 1	6.956 m ²
Polígono 11, Parcela 2	2.049 m ²
Polígono 11, Parcela 3	2.519 m ²
Polígono 11, Parcela 4	2.204 m ²
Polígono 11, Parcela 5	2.654 m ²
Polígono 11, Parcela 6	8.369 m ²
Polígono 11, Parcela 7	3.234 m ²
Polígono 11, Parcela 8	2.923 m ²
Polígono 11, Parcela 9	3.866 m ²
Polígono 11, Parcela 10	20.705 m ²
Polígono 11, Parcela 12	35.921 m ²
Polígono 11, Parcela 13	3.166 m ²
Polígono 11, Parcela 14	3.760 m ²
Polígono 11, Parcela 15	8.658 m ²
Polígono 11, Parcela 16	18.659 m ²
Polígono 11, Parcela 17	7.577 m ²
Polígono 11, Parcela 19	22.341 m ²
TOTAL	155.561 m²

- **Superficie de actuación:** 129.926 m²
- **Uso habitual del lugar en el que se ubica:** agrario
- **Localización de la instalación:** terreno

1.9. Descripción general de las centrales solares fotovoltaicas

La instalación proyectada consiste en una Central Solar Fotovoltaica cuyo objeto es la Generación de Energía Eléctrica utilizando como materia prima la radiación lumínica del sol. Es por esto que se trata de una instalación novedosa y con un alto interés social al generar energía limpia, y contribuyendo al desarrollo sostenible tan necesario.

La conversión directa de la energía solar en energía eléctrica se debe al fenómeno físico de la interacción de la radiación luminosa con los electrones en los materiales semiconductores, fenómeno conocido como efecto fotovoltaico. Este efecto consiste en la liberación de los electrones de la última capa de los átomos de silicio cuando son sometidos a un haz lumínico, de manera que cuando un fotón choca de la manera adecuada con un Electrón libre del Silicio, ese adquiere la energía suficiente para formar parte de la corriente de electrones que salen a la superficie de la célula fotovoltaica.

Esta corriente es recogida de la superficie de la célula por unas líneas de material conductor de manera que la colocación de varias células en serie nos permite ir aumentado la tensión de funcionamiento de las células, así pues, para fabricar módulos que funcionen a 45 V DC se utilizan 48 células o bien para que funcionen a 46 V DC se utilizan 96 células.

Para la caracterización de un módulo se miden sus prestaciones eléctricas en unas condiciones determinadas. Se ilumina con una radiación solar de 1000 W/m², a 25°C de temperatura en las células fotovoltaicas y a una velocidad del aire de 1 m/s. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en Wp (vatios pico). Asimismo, la energía producida se mide en kWh, siendo 1 kWh la energía que produciría 1 módulo de 100 Wp que recibiese una radiación de 1000 W/m² durante 10 horas.

La energía producida en un módulo fotovoltaico es en forma de Corriente Continua, por lo que para poder ser inyectada en la red ha de ser convertida en Corriente Alterna. Esta función la realiza un aparato electrónico llamado inversor, de cuya potencia depende la Potencia Nominal de la Central Fotovoltaica.

1.10. Características básicas de la instalación proyectada

El presente proyecto contempla la instalación solar fotovoltaica compuesta por 18.518 módulos de 540 Wp por unidad, de la marca Seraphim, modelo SRP-540-BMA-HV,

alcanzando una potencia pico de 9.999,72 kWp. La potencia nominal corresponderá a la proporcionada por el sistema de inversores, de la marca Sungrow, que tienen una potencia unitaria de 250 kW. La potencia nominal de la planta es de 10.000 kW, siendo la potencia máxima correspondiente 10.000 kW.

El sistema dispondrá de un transformador de 10 MVA de potencia nominal para elevar la tensión a 20 kV, nivel de tensión en el que se hará la interconexión del parque fotovoltaico con la subestación 20/132 kV en la que se adecuará la tensión y corriente de salida a las condiciones del punto de conexión.

Según los cálculos expresados más adelante la energía estimada total que generará esta Instalación Solar Fotovoltaica será aproximadamente de 16.604 MWh anuales.

El campo se distribuirá en las parcelas con las referencias catastrales relacionadas anteriormente, todas ellas en el término municipal de Benlloc (Castellón).

1.11. Características del punto de conexión

La parte de generación de la instalación del presente proyecto, es en baja tensión, ya que este es el nivel de tensión en el que la energía circula por los módulos fotovoltaicos y los inversores. Es por esto que la instalación se acogerá a lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, concretamente, la ITC-BT 40, de Instalaciones generadoras.

Dentro de la clasificación que realiza esta ITC, la instalación del presente proyecto se encuadra dentro de una instalación generadora interconectada c2):

“c2) Las instalaciones generadoras con punto de conexión en la red de alta tensión mediante un transformador elevador de tensión, que no tiene otras redes de distribución de baja tensión que alimentan cargas ajenas, conectadas a él. Este esquema, está igualmente incluido en las condiciones del RBT, aunque por su consideración de instalación generadora conectada directamente a la red de AT requiere condiciones especiales de conexión, atendiendo a las reglamentaciones vigente sobre protecciones y condiciones de conexión de alta tensión.”

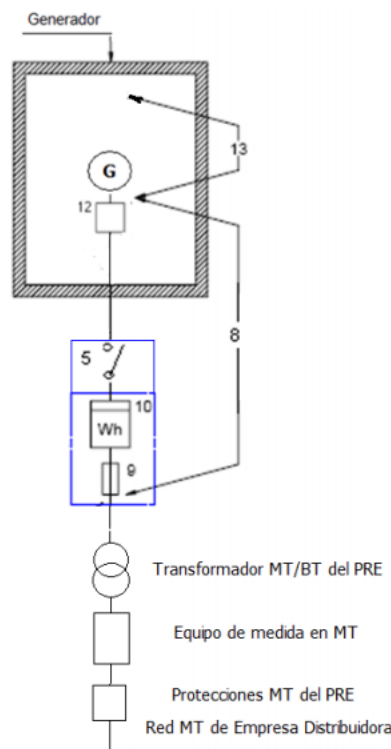
El punto de conexión se efectuará en barras de 132 kV de la subestación ST Aerocas, en las coordenadas 31 T 250.014 m E 4.455.585 m N.

Dada la proximidad de dos plantas fotovoltaicas desarrolladas por el mismo promotor (Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea I e Instalación Fotovoltaica Vilanova de

Alcolea II), para la concesión de los permisos de acceso y conexión, la distribuidora ha informado de ambos puntos de conexión solicitados en conjunto, concediéndose una única posición en la ST Aerocas para la evacuación de la energía de ambos parques fotovoltaicos. Por tanto, la subestación y la infraestructura de evacuación serán compartidas.

La instalación de generación se conecta en Baja Tensión a los equipos y protecciones necesarios, para posteriormente elevar la tensión mediante transformadores y alcanzar las condiciones del punto de conexión descrito.

El esquema de la configuración de la conexión a red está recogido en la misma norma (ITC BT-40) y corresponde al Esquema 14.



Esquema 14

Los bloques 5 y 9 son necesarios únicamente si se conecta un contador (bloque 10) en baja tensión.

Legenda para instalaciones generadoras

- 1 Red de distribución*
- 2 Acometida*
- 3 Caja General de Protección (CGP)*
- 4 Línea General de conexión (LGC)*
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)*
- 6 Caja de derivación*
- 7 Centralización de contadores (CC)*
- 8 Línea Individual del generador (LIG)*
- 9 Fusible de seguridad*
- 10 Contador*
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)*
- 12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)*
- 13 Equipo generador-inversor (GEN)*
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)*
- 15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo*
- 16 Tramo de la conexión privada (TCP)*

1.12. Configuración de medida

Según lo establecido en el Art. 7 del RD 1110/2007 donde se establece la Clasificación de los puntos de medida y frontera, se considera que la instalación descrita en el presente Proyecto corresponde al Tipo 2:

“Puntos situados en las fronteras de generación, cuya potencia aparente nominal sea igual o superior a 450 kVA.”

En el presente proyecto se declara, por tanto, el cumplimiento de lo dispuesto en el Artículo 9 del R.D. 1110/2007 “Equipos de Medida Básicos”.

El generador podrá utilizar los secundarios de los transformadores de intensidad para realizar su medida o protecciones propias. A su vez, se permite que los secundarios necesarios para la medida según el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (R.D. 1110/2007), en adelante R.P.M. estén alojados en los mismos TI, siempre que sean de uso exclusivo para R.P.M. y de las características, potencia y relación de transformación adecuadas a la instalación de generación.

Preferentemente se instalarán Transformadores de intensidad y Transformadores de tensión serán conformes a las normas UNE-EN 61869-1, UNE-EN 61869-2 y UNE-EN 61869-3, u otros que aseguren la misma funcionalidad y seguridad.

1.13. Descripción de las instalaciones. Obra civil

A continuación, se describen las actuaciones fundamentales a realizar para instalar un Campo Solar Fotovoltaico:

1.13.1. Vallado perimetral

Se realizará el vallado perimetral de la parcela, retranqueado 5 m desde el límite de la parcela, con cercado metálico de unos 2 m de altura, empleando para ello enrejado tipo malla cinegética y postes de acero galvanizado, incluyendo todos los accesorios para el correcto montaje como tensores, ángulos de refuerzo, etc.

El vallado cinegético servirá para permitir el paso de fauna, disminuyendo el *efecto barrera* de la instalación.

Este se ejecutará dejando un espacio libre desde el suelo de al menos 15 cm y cada 50 m, como máximo, se habilitarán pasos a ras de suelo con unas dimensiones de al menos 40 cm de ancho por 60 cm de alto. Además, carecerá de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similar.

El vallado se anclará en cilindros de hormigón HM-25/b/20 de 40 cm de diámetro y 50 cm de profundidad.

Este elemento tiene la finalidad de mantener la seguridad de la planta, en fase de ejecución y tras la puesta en marcha.

1.13.2. Acondicionamiento y nivelación de terreno

Se realizará un desbroce del terreno, empleando para ello medios mecánicos y manuales, de las zonas donde se realizará la instalación, dejándolas libres de vegetación y objetos que puedan ejercer de obstáculo durante la construcción.

En caso de encontrarse zonas de especial protección, éstas serán delimitadas de forma exhaustiva antes de inicio de los trabajos y se informará al personal de la prohibición de realizar cualquier acción o trabajo en dicha zona, así como de la necesidad de conservarlas.

El movimiento de tierras a realizar en la parcela consistirá, básicamente, en dejar el terreno libre de hoyos, puesto que, al optar por una instalación con estructura fija, los requisitos den cuanto a nivelación del terreno, son menos exigentes. Se tratará de respetar las curvas topológicas y los cauces pluviales naturales de la zona.

1.13.3. Situación de los inversores

En una instalación fotovoltaica los inversores son los dispositivos electrónicos que invierten la energía eléctrica en corriente continua que proviene de los módulos fotovoltaicos, en energía eléctrica en corriente alterna. Es, por tanto, el elemento clave en la instalación.

Los inversores se situarán en una estructura realizada con los mismos perfiles que la estructura de los módulos, ya que cuentan con suficiente grado de protección como para posicionarse a la intemperie. Dicha estructura irá hincada, evitando realizar cimentación.

1.13.4. Estructura

Las estructuras sobre las que se colocarán los módulos fotovoltaicos es una estructura fija metálica de modo que los módulos quedarán con una inclinación de 30°. El material a emplear será acero con un recubrimiento metálico de aleación especial de zinc, un 3,5% de aluminio y un 3% de magnesio (Magnelis®). Este recubrimiento metálico ofrece una excelente resistencia a la corrosión, tres veces superior a otras alternativas como el acero galvanizado.

Este tipo de sistema, permite una mejor adaptación a terrenos que no sean totalmente planos, evitando trabajos adicionales de nivelación del terreno y reduciendo con ello, el impacto ambiental.

Sobre esta estructura se colocarán dos filas de módulos, posicionados verticalmente. La estructura se hincará al suelo, con esto evitamos cimentar el terreno o el uso de zapatas, por lo que también se respeta el terreno actual y se evitan filtraciones nocivas al subsuelo.

La estructura y los pilares están diseñados para soportar los esfuerzos de peso propio de la instalación fotovoltaica, viento y nieve.

La distancia entre filas se calcula de forma se eviten sombras en los módulos fotovoltaicos.

1.13.5. Zanjas

Será necesario realizar la apertura y cerrado de zanjas para las canalizaciones del cableado de BT, MT comunicaciones y servicios auxiliares, cuyo tamaño será suficiente

para transportar los tubos necesarios en cada caso. Se contempla el uso de varios planos de tubos en las zanjas, por ejemplo, en los casos que se produzcan cruces, sin embargo, la distancia mínima entre el nivel del terreno y el primer tubo será siempre de 0,60 m.

Las zanjas para las canalizaciones de BT cumplirán lo dispuesto en la ITC-BT-07 y las de MT atenderán a lo establecido en la ITC-LAT-06.

De forma general, estas zanjas estarán constituidas por un lecho de arena de río lavada sobre el que se colocará el cable que se cubrirá por una tongada de arena. A continuación, se extenderá el cable de comunicaciones y se dispondrá otra capa de arena, cubriendo ambas toda la anchura de la zanja. A lo largo de todo el recorrido se colocará una placa de protección de cables subterráneos. La última capa se realizará en tierra vegetal, procedente de la capa superficial de la excavación y acopiada convenientemente, con el fin de recuperar el entorno vegetal de la zona. En esta última capa se dispondrán bandas de señalización a una profundidad de unos 10 cm.

Se dispondrán arquetas en los cambios de dirección y en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias o calas de tiro, como máximo cada 40 m para facilitar el tendido eléctrico.

En el apartado de zanjas y canalizaciones del punto 1.15. Descripción de las instalaciones. Instalación eléctrica se recogen más detalles.

1.13.6. Centro de transformación, protección y medida (CT y CPM)

Se instalará una caseta prefabricada, que albergará el centro de transformación BT/MT (transformador, el cuadro de baja tensión y servicios auxiliares) y el recinto o centro de protección y medida (celdas de protección del transformador, celda de línea o de remonte, celda de medida y elementos de control).

El centro de transformación dispondrá de los siguientes elementos de seguridad y primeros auxilios:

- Banqueta aislante
- Guantes de goma
- Alumbrado de emergencia
- Placa de instrucciones de primeros auxilios

Esta caseta podrá pintarse o cubrirse total o parcialmente con algún material con el fin de adecuarla al entorno.

1.13.7. Plataforma del CT y CPM

El centro de transformación se instalará directamente sobre el terreno, sobre una excavación de las dimensiones especificadas por el fabricante, sin necesidad de realizar ningún tipo de cimentación.

Se realizará una excavación con las dimensiones necesarias y 560 mm de profundidad. Se extenderá una capa de arena de nivelación de 100 mm de espesor, compactada de forma que una persona pueda caminar sobre ella sin dejar huella. En el caso de terrenos blandos que no superen 0,9 kg/cm² de resistencia se podrá valorar la construcción de una vacada de hormigón armado.

1.13.8. Subestación

Se ha diseñado una subestación transformadora elevadora 20/132 kV, como infraestructura de evacuación, compartida con la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea I.

Las especificaciones y características de dicha subestación, así como cálculos, planos y resto de documentación sobre la misma, fueron objeto de un proyecto independiente; adjuntado a este expediente.

1.13.9. Sistema de seguridad

Se instala un sistema de vigilancia perimetral que proteja de intrusiones en el parque fotovoltaico, reaccionando ante este evento mediante el envío de alarmas, etc. Este se basa en un circuito cerrado de televisión y detección lineal. Dispone de un sistema de alimentación de emergencia para poder funcionar al menos 72 horas en caso de fallo de suministro eléctrico.

1.13.10. Alumbrado exterior

Se instalará un sistema de alumbrado de activación manual con el fin de facilitar tareas de mantenimiento, pudiendo utilizar el mismo en mandado por el sistema de seguridad para encenderse como modo sorpresivo. Se emplearán las protecciones pertinentes frente a sobrecargas y cortocircuitos, incluyendo puesta a tierra.

La zona en la que se ubica la parcela objeto del proyecto se clasifica, en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en la misma, como zona E2. Por tanto, las luminarias a instalar garantizarán que el flujo hemisférico superior instalado (FHSinst) no será superior al 5%, límite establecido para las zonas clasificadas como E2.

1.14. Descripción de las instalaciones. Instalación eléctrica

1.14.1. Módulos fotovoltaicos

Están constituidos por células fotovoltaicas de silicio monocristalino de alta eficiencia, capaces de producir energía con tan solo un 4-5% de radiación solar. Este hecho asegura una producción que se extiende desde el amanecer hasta el atardecer, aprovechando un porcentaje muy elevado de la potencia útil suministrada por el sol.

Las conexiones redundantes múltiples en la parte delantera y trasera de cada célula ayudan a asegurar la fiabilidad del circuito del módulo.

Gracias a su construcción con marcos laterales de metal y el frente de vidrio, de conformidad con estrictas normas de calidad, estos módulos soportan las inclemencias climáticas más duras, funcionando eficazmente sin interrupción durante su larga vida.

Las células de alta eficiencia están totalmente embutidas en EVA y protegidas contra la suciedad, humedad y golpes, por un frente especial de vidrio templado antirreflector de bajo contenido en hierro y una lámina de TEDLAR en su parte posterior, asegurando de esta norma su total estanqueidad.

La caja de conexión incorpora diodos de derivación, que evitan la posibilidad de avería de las células y su circuito, por sombreados parciales de uno o varios módulos dentro de un conjunto.

Se instalará el módulo de la marca Seraphim, modelo SRP-540-BMA-HV:

Especificaciones generales	
Fabricante:	SERAPHIM
Modelo:	SRP-540-BMA-HV
Tipo de célula	Monocristalina
Rendimiento del módulo	20,80%

Especificaciones eléctricas					
Tensión máx. del sistema(V)	1.500,00	Potencia máxima (Wp):	540		
Corriente de cortocircuito (A):	13,72	Tensión a circuito abierto (V):	49,77		
Corriente a máx. potencia (A):	12,85	Tensión a máx. potencia (V):	42,03		
Características constructivas					
Alto (mm):	2.288,00	Ancho (mm):	1.134,00	Espesor (mm):	35,00
Peso (kg)	28,5	Coe. V %/C	-0,28	Coe. I %/C	0,05

1.14.2. Inversores

El inversor es un equipo diseñado para inyectar en la instalación eléctrica la energía producida por un generador fotovoltaico.

Proporciona una solución, el equipo está diseñado para poder trabajar con diferentes potencias sin problemas, adecuado para su utilización en entornos industriales en los que la facilidad de utilización, mantenimiento, bajo nivel sonoro y el aspecto estético son aspectos importantes.

El diseño debe permitir su reciclado en el caso de nuevas aplicaciones o futuras ampliaciones, conformando un sistema abierto a los futuros cambios que puedan producirse.

A lo largo del día la radiación solar va cambiando desde el mínimo hasta el máximo, y en todos los casos el equipo debe aprovechar al máximo la energía generada consiguiendo que los paneles trabajen en el punto de máxima potencia durante la mayor parte del día.

Se ha seleccionado el inversor SG250HX del fabricante Sungrow:

Especificaciones generales			
Fabricante:	SUNGROW		
Modelo:	SG250HX		
Especificaciones eléctricas			
Potencia Nominal (W):	250.000,00	Potencia máxima (W):	250.000,00
Tensión DC mínima (V):	600	Tensión DC máxima (V):	1.500
Tensión AC nominal (V):	800	Factor de potencia	0,80ind...0,80cap

Rendimiento (%)	98,70	Tipo de salida	TRIFÁSICA		
Características constructivas					
Largo (mm):	1.051,00	Ancho (mm):	660,00	Alto (mm):	363,00
Peso (Kg):	99,00				

1.14.3. Monitorización

Se utilizará el sistema de monitorización del propio fabricante de inversores, que permite obtener datos en tiempo real de los principales datos de los mismos, incluyendo monitorización a nivel de string.

1.14.4. Cableado

Los conductores serán de cobre o aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamiento. La sección de los conductores está calculada para no sobrepasar en la parte de DC una caída de tensión del 1,5% y los de la parte de AC una caída de tensión del 1,5%, además de superar los criterios de intensidades máximas admisibles tal y como marca el PCT IDAE 2002 y el punto 5 de la ITC BT-40.

Todo el cableado de continua es de doble aislamiento y de 1,5 kV de tensión de aislamiento en DC, por lo que es adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Se empleará para el tramo de corriente continua que une los módulos fotovoltaicos con los inversores, cable de cobre de 4 mm² de sección con aislamiento HEPR libre de halógenos.

Los conductores usados en los tramos de AC de BT serán aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Se usarán cables no propagadores de incendio, con emisiones de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5, cumplen con estas prescripciones.

Para los tramos de corriente alterna se utilizará cable de aluminio de 300 mm² de sección con aislamiento de XLPE libre de halógenos.

En el tramo de media tensión, objeto de otro proyecto, que discurrirá en todo su trazado enterrado, se utilizará cable de 400 mm² de sección y tensión asignada 12/20 kV según norma UNE HD 632-6A, con conductor de aluminio AL HEPRZ1, con aislamiento HEPR

libre de halógenos, admitiendo una Tª de 105 °C en régimen permanente. Dispondrán de pantalla metálica.

Para el trazado de la línea aérea de evacuación en alta tensión, objeto de un proyecto independiente, desde la subestación privada hasta la conexión en barras de 132 kV de la ST Aerocas, se empleará un cable sin aislamiento de aluminio-acero, LA-56 (47-AL1/8-ST1A, de 54,6 mm² de sección), formado por 1 hilo de acero y 6 de aluminio, según norma UNE EN 50182.

1.14.5. Zanjas y canalizaciones

La distribución del cableado se realizará a través de tubo enterrado. El trazado de zanjas se realizará buscando optimizar el recorrido del cableado, reduciendo pérdidas y costes, optimizando la producción.

Para la ejecución de zanjas se está a lo dispuesto en la normativa vigente, en especial en el caso de Media Tensión, se estará a lo dispuesto en las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y la normativa particular de la distribuidora para líneas de Media Tensión.

Las zanjas se dimensionarán de forma adecuada a las características de los tubos a albergar.

Se respetarán las siguientes distancias mínimas:

- Los cables se instalarán en tubo y tendrán una profundidad mínima de 60 cm.
- La distancia mínima entre cables de baja tensión y otros cables de alta tensión será de 0,25 m, mientras con los de baja tensión la distancia mínima será de 0,10 m.
- La distancia de puntos de cruce a empalmes será superior a 1 m.
- La separación entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones será igual o superior a 0,20 m.

Las zanjas de DC estarán rellenas de arena en los primeros 42,75 cm y luego rellenas de tierra compactada.

En las zanjas de BT se estará a lo dispuesto en la ITC-BT-07 y el apartado 1.2.4 de la ITC-BT-21. Y para las de Media Tensión, cumplirá lo establecido en la ITC-LAT-06.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Se instalará un circuito por tubo. La relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito será superior a 2, pudiéndose aceptar excepcionalmente 1,5. En el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8. Si se trata de una línea con cuatro cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un factor de corrección de 0,9. Si se trata de una agrupación de tubos, el factor dependerá del tipo de agrupación y variará para cada cable según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente. En el caso de canalizaciones bajo tubos que no superen los 15 m, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por este motivo.

Todas las zanjas llevarán cinta señalizadora de riesgo eléctrico a una profundidad de 20 cm por encima del cable.

1.14.6. Centro de transformación y centro de protección y medida

La caseta prefabricada destinada a albergar el centro de transformación del parque fotovoltaico dispondrá de los siguientes elementos:

- Un transformador de 10.000 kVA y relación de transformación 0,8/20 kV.
- Un cuadro de baja tensión.
- Un módulo de protecciones.
- Un transformador para servicios auxiliares.

Por otro lado, el recinto de la caseta destinado al centro de protección, control y medida (CPM) dispondrá en su interior de:

- Una celda de medida.
- Una celda de protección.
- Una celda de línea o de remonte de salida.

Las características de los equipos son las siguientes:

- Transformador:

Se instalará un transformador de las siguientes características:

- Transformador trifásico de distribución. Frecuencia de 50 Hz apto para instalación interior o exterior según IEC 60076-1, hermético, de llenado integral. Refrigeración natural en dieléctrico líquido éster biodegradable, punto de combustión superior a 300°C, clase K, según IEC 61100.
- Potencia nominal de 10.000 kVA, nivel de aislamiento de 24 kV.

Nota: Cabe la posibilidad de que el transformador se instale en el exterior de la caseta. Aspecto que se concretará en fases posteriores, una vez se dispongan de las especificaciones del fabricante.

- Foso de recogida de aceite:

Se dispondrá de foso de recogida de aceite con capacidad para alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante contenido en el transformador en caso de vaciamiento total.

El punto de combustión es superior a 300°C, por lo que es suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames.

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados PFU se diseñan de forma que quede asegurada la ventilación natural de la instalación.

La ventilación se realiza mediante circulación natural de aire, clase 10. Todo ello mediante rejillas instaladas en las paredes de la envolvente y en la puerta del transformador. Las rejillas estarán formadas por lamas con disposición laberíntica de forma que se evite la introducción de objetos metálicos que pudieran tocar partes en tensión. Estarán protegidas con mallas antipájaros y/o tela metálica o similar de forma que se evite la entrada de pequeños animales.

En caso de ser necesario, la ventilación del sistema será forzada, diseñándola teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante, así como la normativa vigente.

- Distancias de seguridad:

En el caso de las celdas de MT, se respetarán las siguientes distancias entre celdas y paredes traseras o laterales.

Distancias mínimas de instalación (mm)	
Pared lateral	100
Techo	500
Pasillo frontal	500
Pared trasera	>100, >50 para cgmcosmos-v, 0 para cgmcosmos-m

Nota: Las celdas pueden ser del tipo cgmcosmos o similar, según fabricante a instalar.

En el interior del Centro de transformación existirán pasillos de inspección y maniobra de 1 metro de anchura o superior, de acuerdo a lo indicado en el apartado 6 de la ITC-RAT-14. En este caso existen elementos en alta tensión a un solo lado.

- Elementos de seguridad

Extintor móvil según ITC-RAT-14.

1.14.7. Línea de interconexión

Esta línea unirá el centro de transformación, protección y medida con la subestación privada 20/132 kV, y es objeto de un proyecto independiente. Su trazado discurrirá de forma subterránea.

El cableado se conducirá a través de una zanja, como las descritas anteriormente, y tal y como se ha mencionado en el apartado de cableado, se empleará cable de 400 mm² de sección, conductor de Aluminio HEPRZ1, con aislamiento HEPR libre de halógenos y tensión asignada 12/20 kV.

1.14.8. Línea de evacuación

Esta línea de evacuación aérea conectará la subestación privada, compartida por la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea I y la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea II y la ST Aerocas donde se producirá la conexión en barras de 132 kV.

Se empleará, para ello, un cable sin aislamiento de aluminio-acero, LA-56 (47-AL1/8-ST1A, de 54,6 mm² de sección), formado por 1 hilo de acero y 6 de aluminio, según norma UNE EN 50182.

1.14.9. Forma de la onda

La tensión generada por los inversores será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:

- Armónicos de orden par: $4/n$
- Armónicos de orden 3: 5
- Armónicos de orden impar (≥ 5): $25/n$

Los anteriores límites de distorsión en tensión se acogen al cumplimiento del punto 6 de la ITC BT-40.

1.14.10. Protecciones

La instalación está protegida contra sobretensiones transitorias según lo establecido en la ITC-BT-23 como instalación fija de categoría II o IV en función de su ubicación. Se han seguido los criterios indicados en la misma norma y se detallan en el punto 2.3.2.5.

Al ser una instalación de generación interconectada con la Red de Distribución Pública, se dispondrá de un conjunto de protecciones que actúan sobre el interruptor de interconexión.

Las protecciones generales de la instalación serán las siguientes:

1. Interruptor telecontrolado, con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión: en este caso consiste en un interruptor telecontrolado (ITC) con vía de comunicación GPS.
2. Interruptor automático diferencial en el lado de BT de la instalación.
3. Interruptor automático de interconexión controlado mediante software. Parte de las protecciones vendrán incluidas en el propio inversor, como son la protección anti- isla, aislamiento galvánico y vigilante de aislamiento del lado de DC. Las protecciones son las siguientes:
 - Protección de mínima tensión (27L): Regulable de 0,7 Un a 1,0 Un. Temporizado ajustable entre 0 y 2 s.
 - Protección de máxima tensión (59). Regulable de 0,9 Un a 1,3 Un. Temporizado ajustable entre 0 y 2 s.
 - Protección de máxima tensión homopolar (59N): Regulable 5-40 V. Temporización ajustable entre 0 y 15 s. Medida en MT y actúa sobre interruptor automático.

- Protección de mínima y máxima frecuencia (81m-M). Regulable entre 51 y 48 Hz. Temporizado ajustable, entre 0 y 5 s.
 - Protección de sobreintensidad no direccional de fases y neutro: (50/50N, 51/51N).
 - Protección de sobreintensidad direccional de fases y neutro (67N). Temporización ajustable entre 0 y 5 segundos y dirección de disparo hacia la instalación privada.
 - Protección anti-isla: integrada en el propio inversor.
 - Vigilancia de tensión de alimentación del sistema de protecciones, de forma que se evite que estas queden inoperativas.
 - Enclavamientos: se dispondrá de enclavamiento en el interruptor automático de protección hasta que las protecciones de máx./mín. tensión y máx./mín. frecuencia hayan detectado las condiciones de normalidad de ambos parámetros durante tres minutos consecutivos.
4. Sistema de telecontrol/telemando: Este viene integrado en el interruptor telecontrolado definido anteriormente.
 5. Fusibles con función seccionadora en cada polo del generador fotovoltaico. Cuando sea necesario debido a existencia de 3 o más series en paralelo.
 6. Puesta a tierra de los principales elementos según normativa y sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora:
 - a. Marco de módulos y estructura.
 - b. Puesta a tierra de carcasas de cuadros y elementos auxiliares con envolventes metálicas accesibles.
 - c. Puesta a tierra de la carcasa de los inversores.
 - d. Puesta a tierra de la carcasa del transformador.
 - e. Utilización de elementos con aislamiento clase II

Permisos de actuación y bloqueo de protecciones

Los elementos de protección seguirán la siguiente lógica:

- Interruptor automático del generador:
Actuación de protecciones: Se activará por las protecciones internas del inversor (entre las que incluye 27, 59, 81M y 81m) o el propio interruptor automático asociado.

Permiso de cierre: Requiere señal de permiso de cierre que no estará presente en ausencia de tensión en el lado de MT de la red, mediante medida de función 27 (mínima tensión).

- **Interruptor automático de interconexión:**

Actuación de protecciones: Se activará por cualquiera de las protecciones de la interconexión del generador.

Permiso de cierre: Además del permiso de cierre dependiente de la función 27, se requiere señal de permiso que garantice que se cumplen las condiciones mínimas para evitar que la maniobra de conexión no cree situaciones que superen los límites técnicos del generador, en función de su tecnología (no necesario en este caso al tratarse de inversores fotovoltaicos).

Adicionalmente existen elementos de maniobra manual, como son los seccionadores de puesta a tierra en SF6.

De forma detallada, se muestra el resumen de las Protecciones instaladas en cada tramo de la instalación eléctrica de la planta fotovoltaica:

Módulos fotovoltaicos:

El esquema de conexión del generador es de modo flotante, quedando asegurado frente a contactos indirectos siempre que se mantenga una vigilancia constante sobre la resistencia de aislamiento y se actúe ante un primer defecto a tierra. Parte de esta protección vienen dada por los equipos, que disponen de aislamiento clase II (módulos fotovoltaicos, cajas de conexión, cables, etc.).

Caja General de Conexión:

Se requeriría uso de fusibles en el siguiente caso:

- **Corrientes inversas:** En el caso de existir tres o más series en paralelo es especialmente importante la protección de las mismas debido a la posibilidad de que en determinadas situaciones se den corrientes inversas en una de las series, pudiendo llegar a dañar los módulos fotovoltaicos.

Inversor:

- El inversor cuenta con las protecciones necesarias integradas en el mismo elemento, de acuerdo con el punto 7 de la ITC-BT-40, tanto en el lado de continua como de alterna, así como protecciones contra sobretensiones. En

este aspecto hay duplicidad de ciertas protecciones como son las de máxima y mínima tensión, y máxima y mínima frecuencia en baja tensión (27-BT, 59-BT y 81-BT).

- Vigilante permanente de aislamiento, que garantice el modo flotante de la parte de DC deteniendo el funcionamiento del equipo si se supera el umbral de seguridad.
- Varistores conectados a tierra del lado de DC (protección ante sobrecargas). Serán dispositivos de clase II y vendrán integrados en el propio inversor.
- Varistores conectados a tierra del lado de la red (protección ante sobrecargas)
- Detección de isla de acuerdo al punto 7 de la ITC-BT-40, del RD 1955/2000, UNE-EN 62116:2014 y UNE 206007-1:2013 IN.
- Interruptor de circuito por falla de arco (ICFA) de acuerdo con la Sección 690.11 del Código Eléctrico Nacional.
- Separación galvánica: El inversor cumple las exigencias de seguridad establecidas en el RD 1699/2011 y RD 661/2007 mediante el empleo de técnicas equivalentes a la separación galvánica mediante transformador de aislamiento galvánico. Este queda acreditado mediante norma UNE 206007-1 IN:2013.

Inversor --> Cuadro Inversores:

- Interruptor Automático magnetotérmico.
- Interruptor magnetotérmico general de baja tensión e interruptor diferencial.

Cuadro Inversores → Cuadro General de Mando y Protección de la Planta PV:

- Interruptor Automático

Cuadro General de Mando y Protección de la Planta PV en BT → Celda de protecciones de Media tensión

- Celda de protección de los transformadores mediante fusibles.
- Celda de protección del elemento de interconexión mediante relé de protecciones.

Se aplica la normativa ITC-BT-24 de protección contra contactos directos e indirectos, más adelante en este proyecto, se explican y nombran los distintos elementos y métodos diseñados para este tipo de protección.

Especificadas estas protecciones nos aseguramos del completo cumplimiento de las normativas aplicables. El cálculo del dimensionamiento de estas protecciones se refleja en el punto 2.4. del presente proyecto.

Separación galvánica:

Para el cumplimiento de la separación galvánica se estará a lo dispuesto en “Nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión” del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, así como en la ITC-BT-40 y su guía de aplicación:

En esta se indica que se puede utilizar cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones del transformador de aislamiento de bajo frecuencia, que son las siguientes:

1. Aislar la instalación generadora para evitar la transferencia de defectos entre la red y la instalación.

Este se cumple de acuerdo a la norma ITC-BT-40, mediante el cumplimiento del esquema de la Figura 4 para la puesta a tierra.

2. Proporcionar seguridad personal.

La instalación cumple con la ITC-BT-24.

3. Evitar la inyección de corriente continua en la red.

Los inversores cumplen la UNE 206007-1 IN 2013, por lo que de acuerdo a su apartado 5.1, el inversor garantiza que la inyección de corriente continua a la red será inferior al 0,5% de la corriente nominal de la misma.

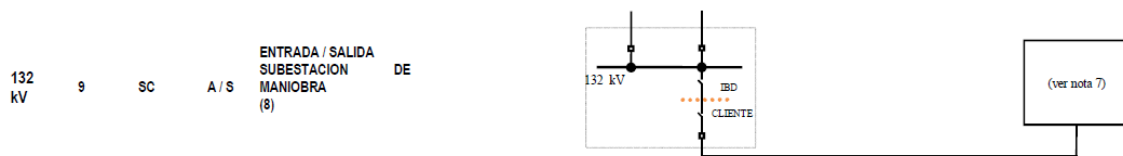
Asimismo, de acuerdo a lo indicado en la ITC-BT-40, la instalación está conectada a red mediante un transformador, por lo que podemos asumir que se cumple este requisito: *“Cuando se disponga en la instalación de un transformador separador entre el inversor y el punto de conexión de la red de distribución se asumirá que está cubierto el requisito de limitación de la inyección de corriente continua.”*

Protección anti-isla:

Esta viene integrada en los propios inversores y está certificada por la norma UNE 206007-1 IN:2013. En el apartado 5.6 de la misma se indica que los inversores deben cumplir la UNE 206006 IN.

Protecciones en la subestación privada:

Se dispondrá de las protecciones atendiendo a los siguientes esquemas:



(7) Si la instalación particular es colindante con la subestación de maniobra, la medida estará en la propia instalación de cliente y aplicará el esquema 16. En caso de que la instalación particular esté alejada de la subestación de maniobra la medida podrá estar en la zona de la instalación del cliente de la subestación de maniobra.

En todos los casos, en las derivaciones se han representado únicamente líneas aéreas. Cuando parte de la derivación sea subterránea, deberán instalarse pararrayos en las transiciones de línea aérea a subterránea.

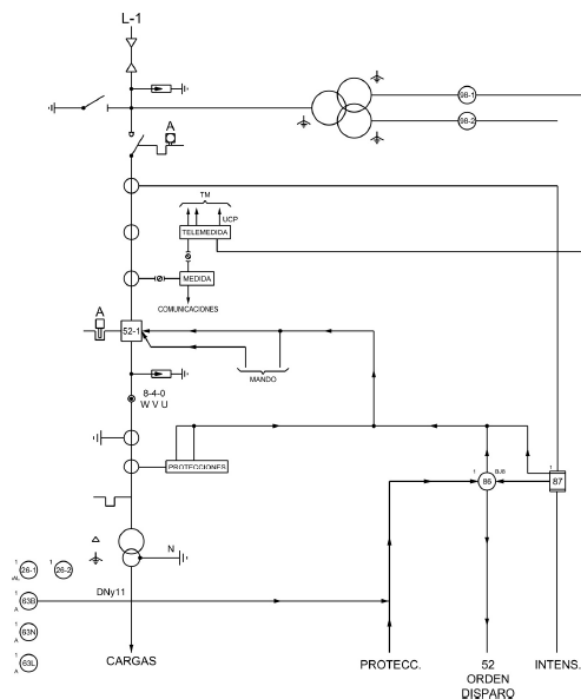
(8) En el caso de ejecutarse con aparatación blindada en SF6, la configuración utilizada deberá ser doble barra en lugar de simple barra.

**ESQUEMA "16":
ACOMETIDA 1-7-8-9**

STC tipo intemperie.
Simple circuito derivación 66-45-30 kV

-ESQUEMA BÁSICO-

Se representa un sistema con algunas protecciones opcionales



1.14.11. Puesta a Tierra

1.14.11.1. *Introducción*

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en la norma ITC BT-18 y la ITC BT-40 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

Con la instalación de puesta a tierra se consigue que no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, están conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

Todas las masas se conectarán a una tierra de protección (herrajes), que incluirá las celdas de MT, las carcasas del transformador de potencia, los blindajes metálicos de los cables si existiesen, los hilos de guarda o cables de tierra de las líneas aéreas, y la armadura de la envolvente de hormigón.

Existe una segunda tierra de servicio, a la que se conecta el neutro del centro de transformación.

Estas cumplirán lo dispuesto en la MIE-RAT 13 y la ITC-BT-18.

1.14.11.2. *Materiales*

Los materiales instalados aseguran lo establecido en el punto 3 de la ITC-BT-18 que dispone:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas. - La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

1.14.11.3. Tomas de Tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas: anillos, mallas metálicas; constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones; armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas; otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto.

Se emplearán picas metálicas para las puestas a tierra.

La instalación se conectará a la instalación de tierra creada independiente de la del neutro de la red de distribución pública.

1.14.11.4. Conductores de tierra

Los conductores de tierra cumplirán las prescripciones de la siguiente tabla cuando estén enterrados:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se extremará el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Se cuidará, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

1.14.11.5. *Bornes de puesta a tierra*

En la instalación de puesta a tierra se preverá un borne principal de tierra, al cual se unen los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra
- Los conductores de protección
- Los conductores de unión equipotencial principal
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios

También se preverá sobre los conductores de tierra y en un lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra instalada, cumpliendo el punto 3.3. de la ITC-BT-18.

El electrodo se dimensiona de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no será superior al valor especificado para ella.

Según el punto 9 de la ITC-BT-18, este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

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

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Los cálculos necesarios para este dimensionado están reflejados en las tablas 3, 4 y 5 del punto 9 de la ITC-BT-18.

1.14.11.6. *Conductores de protección*

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores de fase (mm²)	Sección conductores protección (mm²)
Sf < 16	Sp = Sf
16 < Sf < 35	Sp = 16
Sf > 35	Sp = Sf/2

Los conductores de protección están convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones están accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de rellenos o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Estarán constituidos por conductores aislados HO7V – R/U/K de 750 V de tensión nominal de color amarillo-verde. De un modo general el tendido de estos conductores (protección, derivación, línea principal de tierra) se efectuará de modo que su recorrido sea el más corto posible, acompañando a los conductores activos correspondientes, sin cambios bruscos de dirección y sin conectarse a ningún aparato de protección, garantizando en todo momento su continuidad.

1.14.11.7. *Conductor de equipotencialidad*

El conductor principal de equipotencialidad tiene una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 4 mm².

1.14.11.8. *Separación entre tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación*

Se verifica que las masas de la instalación, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación.

1.14.11.9. *Revisión de las tomas de tierra*

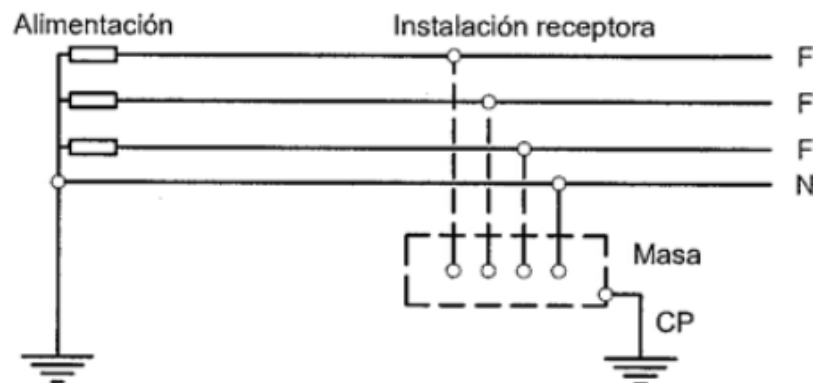
Tal y como recoge el punto 12 de la ITC-BT-18, la instalación de puesta a tierra será revisada por el Director de Obra o el Instalador, antes de dar el alta para su puesta en marcha.

También, se realizará una comprobación anual, cuando el terreno esté más seco, por personal técnicamente competente. Y cada cinco años, donde la conservación de los electrodos no sea favorable, se revisarán los mismos, así como los conductores de enlace.

1.14.12. Descripción del sistema de protección contra contactos indirectos

La instalación se protegerá contra contactos indirectos mediante la puesta a tierra de las masas conductoras y la instalación de interruptores diferenciales de corriente de 30 y 300 mA de sensibilidad, de acuerdo con la instrucción ITC BT-24.

En esta instalación se instalará una protección por corte automático de la alimentación de Esquema tipo TT.



La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz de corriente alterna en condiciones normales y 24V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \cdot Ia < U$$

Dónde:

- Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial residual es la corriente diferencial residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (24 o 50V).

Por tanto, contando con una tensión de contacto límite de 24 V, el valor de las resistencias de la toma de tierra no será superior a 80 ohmios.

1.14.13. Descripción del sistema de protección contra contactos directos

Para establecer los elementos y acciones a tomar destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos, se han seguido las indicaciones reflejadas en el punto 3 de la ITC-BT-24 y en la norma UNE 20.460-4-41 donde se establecen las siguientes condiciones a cumplir:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos (no aplica).
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento (no aplica).
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

1.14.13.1. *Protección por aislamiento de las partes activas*

Las partes activas están recubiertas de un aislamiento que no puede ser eliminado más que destruyéndolo.

1.14.13.2. *Protección por medio de barreras o envolventes*

Lo descrito a continuación corresponde con lo establecido en el punto 3.2. de la ITC-BT-24.

Las partes activas están situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que poseen como mínimo el grado de protección IP XXB.

Las superficies interiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, responden como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes se fijan de manera segura y de robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario abrir las envolventes instaladas sólo será posible con la ayuda de una llave o de una herramienta.

1.14.14. Líneas principales de tierra

Del punto de puesta a tierra partirá la línea principal de tierra, la sección de los conductores de tierra no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección. Para ello se emplearán conductores de cobre electrolítico, aislados y de sección igual a la mitad de la utilizada por los conductores de fase, con un mínimo de 16 mm de la línea repartidora.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

1.14.15. Derivaciones de las líneas principales de tierra

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas

1.15. **Línea de interconexión a 20 kV**

1.15.1. Emplazamiento

- **Ubicación:** Término municipal de Benlloc (Castellón).
- **Coordenadas UTM inicio de línea:** Huso 30; X: 248.675,02 m E; Y: 4.454.752,58 m N. (se corresponde con el centro geométrico de la caseta del Centro de Transformación, Protección y Medida de la Instalación Fotovoltaica).
- **Coordenadas UTM fin de línea:** Huso 30; X: 249.059,01 m E; Y: 4.455.195,61 m N. (se corresponde con la arqueta de entrada a la Subestación Privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV).
- **Referencias catastrales:** En el anexo correspondiente se indican la o las parcelas afectadas por la servidumbre de paso.

1.15.2. Descripción general de las líneas de interconexión

La instalación proyectada consiste en una línea aérea de media tensión vinculada a una Central Solar Fotovoltaica cuyo objeto es la Generación de Energía Eléctrica utilizando como materia prima la radiación lumínica del sol. Es por esto que se trata de una

instalación novedosa y con un alto interés social al generar energía limpia, y contribuyendo al desarrollo sostenible tan necesario.

La instalación de generación tiene una potencia nominal que implica la necesidad de realizar el vertido de energía en la red de alta tensión, de forma que se minimicen las pérdidas eléctricas, así como el coste material en conductores.

La media y alta tensión permite transportar la energía largas distancias minimizando las pérdidas eléctricas con respecto a instalaciones a menor tensión. Asimismo, reduce la sección de cable a utilizar. El transporte de energía a una tensión adecuada permite un buen ajuste entre pérdidas energéticas, costes de material y volumen físico de la instalación.

1.15.3. Características básicas la instalación proyectada

El diseño del presente proyecto se desarrolla tomando como base la ITC-LAT 06; así como también, en determinados casos (de obligado cumplimiento en el caso de instalaciones de enlace a ceder a la Distribuidora) los proyectos tipo de Iberdrola (i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.).

El presente documento contempla la instalación de un único tramo subterráneo, dimensionado para una potencia nominal total de 10 MW conectada a una red de 20 kV. De forma generalizada, se describe en la siguiente tabla el tramo:

Tramos de la línea de interconexión

Tramo	Desde	Hasta	Tipo	Longitud aproximada (m)
A	Centro Transformación, Protección y Medida de la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea II	Arqueta 2	Subterránea	345 (S/C)
B	Arqueta 2	Barras 20 kV Subestación privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV	Subterránea	484 (D/C)

Nota: Se divide en dos tramos debido a que a partir de la arqueta 2 (Tramo B) la línea de interconexión de la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea II compartirá zanja con la línea de interconexión de la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea I (objeto de otro proyecto).

En dichas longitudes, se han tenido en cuenta 25 metros de cocas para salida de CT-CPM y entrada a SET, a mayores de la medición correspondiente.

La línea de interconexión se dimensiona siguiendo los criterios de intensidad admisible para el cable en servicio permanente, intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito, caída de tensión y pérdida de potencia.

La línea de interconexión, debido a su trazado de zanja, tiene afección sobre las parcelas indicadas más adelante en el anexo correspondiente.

1.15.4. Actuaciones a realizar para la ejecución de la línea de interconexión

A continuación, se describen las actuaciones fundamentales a realizar para ejecutar una línea subterránea de media tensión:

1.15.4.1. *Trazado de canalizaciones eléctricas*

Las canalizaciones, salvo cuando no sea posible, se ejecutarán evitando ángulos pronunciados. Su trazado discurrirá lo más rectilíneo posible y cuando discurra por propiedad privada, producirá una servidumbre garantizada.

Al diseñar el trazado, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos fijados por el fabricante del cable a utilizar.

Se consultará con las empresas de servicio público y con posibles propietarios de servicios para conocer las instalaciones de la zona afectada, antes de marcar el trazado.

Las líneas subterráneas de la parte privada irán directamente enterradas, a una profundidad mínima de 70 cm en aceras o tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento.

Cuando existan impedimentos que no permitan conseguir las anteriores profundidades, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes, tal y como se especifica en la ITC-LAT 06.

Deberán disponerse las arquetas suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser arquetas ciegas o con tapas practicables. También podrán realizarse catas abiertas para facilitar los trabajos de tendido.

1.15.4.2. *Arquetas*

Las arquetas se pueden construir de ladrillo, sin fondo para favorecer la filtración de agua, siendo sus dimensiones las indicadas en los planos; o bien se puede utilizar arquetas prefabricadas de hormigón con las dimensiones adecuadas.

En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena, se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

El número de arquetas y su distribución, se determina en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces, obstáculos, cambios de dirección, etc., que son los que determinan las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

1.15.5. Descripción de la detallada de los elementos de la línea de interconexión

1.15.5.1. *Cable aislado de potencia*

Los cables a utilizar en la red subterránea de media tensión objeto del presente documento serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (etileno-propileno de alto módulo HEPR), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de cobre.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620 e ITC-LAT 06.

El circuito de la línea subterránea se corresponderá con 3 conductores unipolares de aluminio, con nivel de tensión asignada 12/20 (24) kV y sección 400 mm².

1.15.5.2. *Terminaciones*

Puesto que se trata de una conexión con la red de distribución en subestación, se canalizará en subterráneo hasta el interior de la misma, siendo la canalización y tendido de la misma en el interior de la subestación realizado por la Distribuidora. Se fuese necesario el uso de terminaciones, se aplicarían las Normas Particulares de Iberdrola (i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.) siguientes:

- Terminaciones: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.04.
- Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.04.
- Terminaciones contráctiles o enfiliables en frío: acordes a la Norma UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE-EN 61442.

1.15.5.3. *Empalmes*

En general, se utilizarán empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las Normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE-EN 61442. Se podrá aplicar también, para el caso que nos ocupa, la Norma Iberdrola NI 56.80.04.

1.15.6. Criterios de diseño

Para el diseño de la línea de interconexión y protecciones se tendrán en cuenta los parámetros de diseño:

Tensión nominal (V)	20.000
Intensidad de diseño de cortocircuito (A)	31.500

En determinados casos pueden utilizarse valores superiores a los tabulados con el fin de aplicar margen de seguridad.

Se trata de una línea subterránea, siguiendo la norma ITC-LAT 06, y demás normativa de aplicación.

Las zanjas y canalizaciones se dispondrán de forma que se eviten cruzamientos y paralelismos, y en caso de ser inevitables se realizarán en condiciones de seguridad, siguiendo las indicaciones y criterios de la ITC-LAT 06. En el documento Planos recogen detalles sobre la línea.

1.16. Subestación Privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV

1.16.1. Uso de la instalación

La instalación descrita en el presente proyecto se usará para elevar la tensión de 20 kV a 132 kV de la energía generada en la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea I y la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea II, cuyo fin es su venta a la red.

1.16.2. Emplazamiento

- **Ubicación:** Polígono 3 Parcelas 47 y 49 LLacunes. Benlloc (Castellón).
- **Coordenadas UTM emplazamiento:** Huso 30; X: 249.083,53 m E; Y: 4.455.189,13 m N. (se corresponde con el centro geométrico del vallado de la subestación).
- **Referencias catastrales:** 12029A003000470000FG y 12029A003000490000FP, respectivamente.
- **Superficies gráficas parcelas:** 19.106 m² y 50.471 m²
- **Superficie perímetro subestación:** 1.133 m²
- **Uso habitual de lugar en el que se ubica:** Agrario.
- **Localización de la instalación:** Terreno.

1.16.3. Características generales. Configuración de la subestación

La subestación proyectada será de uso exclusivo y privado de la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea I e Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea II; y será encargada de elevar la tensión generada en dichos parques fotovoltaicos desde los 20 kV de media tensión a los 132 kV de alta tensión.

Se ha diseñado para evacuar una potencia aparente nominal de 20 MVA, que se corresponde con la potencia del transformador; y para elevar el voltaje de la energía generada de 20 kV a 132 kV, para posteriormente conducirla a través de una línea aérea hasta la subestación ST Aerocas 132 kV; el punto de conexión con la red de distribución autorizado por i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.; tal y como se recoge en el Informe de acceso y conexión emitido por su parte.

En la subestación, objeto de este proyecto, se distinguen dos zonas bien diferenciadas, una de ellas a la intemperie, en la que se instalará toda la aparamenta de alta tensión; y la otra en interior, que consistirá en un edificio de construcción o prefabricado que albergará las celdas de protección de media tensión, además de todos los equipos y dispositivos de telecomunicaciones y control.

- Parque de 20 kV; con toda la aparamenta necesaria: celdas de línea, de protección y maniobra del transformador, celda de transformadores de tensión en barras, celda de servicios auxiliares; además de reactancia de puesta a tierra y autoválvulas a la entrada del transformador de potencia.
- Parque de 132 kV; con toda la aparamenta necesaria: transformadores de intensidad, de tensión, interruptor automático, seccionador de puesta a tierra y autoválvulas.

- Transformador de potencia.
- Sistema de control y protecciones,
- Sistema de medida de energía principal y redundante de cada uno de los parques.
- Sistema de Servicios Auxiliares.
- Sistema de puesta a tierra de la subestación.

A continuación, se recogen las características principales de las dos posiciones:

Parámetro	Lado 132 kV	Lado 20 kV
Tensión nominal (kV)	132	20
Tensión más elevada para el material (kV)	145	24
Frecuencia nominal (Hz)	50	50
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	275	50
Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	650	145
Conexión de neutro	Rígido a tierra	Reactancia limitante a 500 A
Intensidad nominal embarrado (A)	1.000	630
Intensidad nominal máxima instalación (fdp 1) (A)	87,47	577,35
Intensidad máxima de defecto trifásico (kA)	40	31,5
Duración de defecto trifásico (seg.)	1	1

La subestación seguirá un esquema trafo-línea con un transformador de potencia trifásico cuya relación de transformación es de 20/132 kV. Ambas posiciones estarán debidamente equipadas con todos los elementos de protección, maniobra y medida para su operación segura.

Para la instalación proyectada en intemperie es necesario el montaje de estructuras metálicas que sirvan de apoyo y soporte de la aparamenta. Estos soportes se diseñan de acuerdo con la norma MV103 de estructura metálica.

Para la instalación del transformador MT/AT se construirá una bancada con un depósito enterrado de hormigón prefabricado con capacidad para alojar el volumen de aceite del transformador.

1.16.4. Distancias eléctricas de seguridad

Las distancias eléctricas mínimas de seguridad de la subestación, tanto en el parque a la intemperie como en el interior del edificio, cumplirán con los requerimientos mínimos de las normativas vigentes: ITC-RAT 12, ITC-RAT 15, UNE 21110 e IEC-60815.

1.16.5. Descripción de las instalaciones. Parque de 132 kV

A continuación, se describen todos los componentes que constituyen el parque en intemperie de alta tensión, formado por una única posición; así como sus características:

1.16.5.1. Interruptor automático

Para la apertura y cierre de circuito en carga, se ha previsto la instalación de un interruptor automático tripolar de SF6 para intemperie y cuyo mecanismo de accionamiento es por medio de resorte.

Las especificaciones técnicas de dicho interruptor automático son las que siguen:

Características interruptor automático	
Número de polos	3
Instalación	Intemperie
Tensión asignada (kV)	145
Frecuencia nominal (Hz)	50
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	275
Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	650
Intensidad nominal (A)	1.000
Medio de extinción	SF6
Poder de corte nominal de CC (kA)	40
Poder de cierre nominal de CC (kA)	100
Duración nominal de CC (seg.)	1
Secuencia maniobra nominal	0-0,3 s-CO-1min-CO
Mecanismo de accionamiento	Por resorte

Este interruptor cuenta con una cámara de extinción del arco de gas hexafluoruro de azufre (SF6) con autosoplado. Además, los polos están montados sobre una estructura común y se accionan mediante un mecanismo de mando independiente motorizado y activado por resorte. El recinto interno de cada polo está lleno de gas a presión controlado para garantizar el pleno poder de corte y las características de aislamiento hasta una temperatura de -30°C con necesidad de calefacción adicional. El aislamiento fase-tierra está formado por un aislador de porcelana y la barra aislante que se encuentra en su interior.

1.16.5.2. Seccionador tripolar con puesta a tierra

El seccionador será tripolar de intemperie y está formado por tres polos independientes, montados en una estructura común.

Características seccionador tripolar con puesta a tierra	
Número de polos	3
Número de columnas por polo	3
Tensión asignada (kV)	145
Frecuencia nominal (Hz)	50
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	275
Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	650
Intensidad nominal (A)	1.000
Intensidad límite térmica (kA)	40
Tensión auxiliar para mando y motores	125 Vcc
Poder de cierre nominal de CC (kA)	100
Accionamiento cuchillas principales	
Tipo	Mando eléctrico
Número por seccionador tripolar	1
Accionamiento cuchillas puesta a tierra	
Tipo	Mando indirecto
Número por seccionador tripolar	1

Cada fase consta de tres columnas de aisladores. Las dos columnas laterales son fijas y en su extremo superior llevan contacto fijo y toma de corriente; mientras que, la columna central es giratoria y en ella lleva montada la cuchilla realizando dos rupturas por fase.

El accionamiento en las tres columnas rotativas se hace simultáneo con un mando único, mediante un sistema articulado de tirantes de tubo, debidamente ajustados, que permiten que la maniobra de cierre y apertura en las tres fases sea sincronizada.

Todos los seccionadores irán provistos de unas cuchillas de puesta a tierra, con mando independiente, que llevan un enclavamiento mecánico que impide cualquier maniobra estando las cuchillas principales cerradas. Todos los accionamientos de los seccionadores principales tendrán mando eléctrico y el del seccionador de tierra tendrá mando manual.

1.16.5.3. Transformador de intensidad

Se instalarán tres transformadores de intensidad, uno por fase, que alimentarán los circuitos de medida y protección.

Características transformador de intensidad

Instalación	Intemperie
Tensión asignada (kV)	145
Frecuencia nominal (Hz)	50
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	275
Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	650
Intensidad admisible de corta duración (kA)	40
Relación de transformación	100-200/5-5-5-5 A
	Bobinado nº1 15 VA cl.0,2s
	Bobinado nº2 15 VA cl.0,5s
	Bobinado nº3 30 VA cl.5P20
	Bobinado nº4 30 VA cl.5P20

1.16.5.4. *Transformador de tensión*

Para alimentar los equipos de medida y protección se instalarán tres transformadores de tensión inductivos, cuyas características eléctricas principales se detallan en la siguiente tabla:

Características transformador de tensión

Instalación	Intemperie
Tipo	Inductivo
Tensión asignada (kV)	145
Frecuencia nominal (Hz)	50
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	275
Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	650
Relación de transformación	132:√3/0,11:√3-0,11:√3-0,11:√3
	Bobinado nº1 20 VA cl.0,2
	Bobinado nº2 30 VA cl.0,5
	Bobinado nº3 30 VA cl.3P

1.16.5.5. *Autoválvulas 132 kV*

Para proteger al transformador de potencia contra cualquier tipo de sobretensiones, bien de origen atmosférico o por cualquier otra causa por la que pudieran producirse, y en la entrada de la línea; se ha previsto la instalación de un juego de tres autoválvulas. Serán de óxido de zinc con recubrimiento exterior de porcelana.

Se instalarán un total de 6 autoválvulas en alta tensión (132 kV), tres en la salida del transformador y tres en la salida de la línea aérea.

Características autoválvulas

Instalación	Intemperie
Tipo	ZnO (Óxido de zinc)
Tensión asignada, Ur (kV)	192

Conexión	Fase-tierra
Intensidad nominal de descarga (kA)	10

1.16.6. Descripción de las instalaciones. Transformador de potencia

Para la transformación 20/132 kV se ha previsto el montaje de un transformador de potencia trifásico 20/132 kV, en baño de aceite natural preparado para su instalación en intemperie, con las siguientes características:

Características transformador de potencia

Tipo de servicio	Continuo
Tensión en vacío	132 kV ($\pm 10 \times 1,2\%$) / 20 kV
Potencia nominal (MVA)	20
Frecuencia (Hz)	50
Dispositivo de cambio de tensiones	Regulador en carga
Clase de refrigeración	ONAN/ONAF
Conexión	Estrella / Triángulo
Grupo de conexión AT/MT	YNd11
Tensión en cortocircuito	12%

1.16.7. Descripción de las instalaciones. Parque de 20 kV

Se distinguirán dos posiciones, o embarrados, diferenciados en el lado de 20 kV; uno para cada uno de los parques. Cada posición constará de una celda de línea, una celda de protección de transformador y una celda de transformadores de tensión en barras. Además, una de las posiciones dispondrá también de una celda de servicios auxiliares.

1.16.7.1. *Celdas de Media Tensión*

El parque de 20 kV está formado principalmente por las celdas de línea y transformador, junto a la celda de transformadores de tensión en barras y celda de servicios auxiliares.

Las celdas de línea contarán con interruptor automático, transformadores de intensidad y seccionador de puesta a tierra (seccionador de 3 posiciones, abierto-cerrado-puesta a tierra). Estarán previstas para la entrada de tres cables unipolares aislados de sección de conductor hasta 630 mm² de aluminio. El cable será de sección compacta tipo HEPRZ1 12/20 kV AL Clase 2 según la denominación UNE. Además, se emplearán con su correspondiente terminal de tipo interior para poder conectarlos así con los bornes de entrada de la celda.

La celda de protección del transformador dispondrá de interruptor automático, transformadores de intensidad y seccionador de puesta a tierra de tres posiciones; como las celdas de línea. Igualmente, estarán previstas para la salida de tres cables unipolares aislados tipo HEPRZ1 12/20 kV AL y de sección de conductor hasta 630 mm².

Las celdas de transformadores de tensión en barras estarán constituidas únicamente por tres transformadores de tensión inductivos con tres secundarios cada uno de ellos. Su finalidad es proporcionar la información correspondiente para la toma de medida y protección.

Por último, la celda de servicios auxiliares está provista de fusibles, transformadores de tensión y seccionador de tres posiciones.

Todas las celdas de media tensión, descritas anteriormente, dispondrán también de detectores de presencia de tensión y de los compartimentos necesarios para los elementos de control.

Características celda de entrada de línea

Número total a instalar (uds.)	2
Elemento de protección	Interruptor automático
Tensión nominal (kV)	24
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad nominal (A)	630
Intensidad nominal de corte de cortocircuito (kA)	31,5
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta)	80
Nivel de aislamiento	
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	50
Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	125
Transformadores de intensidad	
Relación de transformación	200-400/5-5 A
	Bobinado nº1
	Bobinado nº2
	15 VA cl.0,5
	15 VA cl.5P20

Características celda de protección del transformador

Número total a instalar (uds.)	2
Elemento de protección	Interruptor automático
Tensión nominal (kV)	24
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad nominal (A)	630
Intensidad nominal de corte de cortocircuito (kA)	31,5
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta)	80
Nivel de aislamiento	
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	50

Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	125
Transformadores de intensidad	
Relación de transformación	200-400/5-5-5 A
Bobinado nº1	15 VA cl.0,2s
Bobinado nº2	15 VA cl.5P20
Bobinado nº3	15 VA cl.5P20

Características celda de transformadores de tensión en barras

Número total a instalar (uds.)	2
Tensión nominal (kV)	24
Frecuencia (Hz)	50
Nivel de aislamiento	
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	50
Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	125
Transformadores de intensidad	
Relación de transformación	20:√3/0,11:√3-0,11:√3-0,11:√3
Bobinado nº1	15 VA cl.0,2
Bobinado nº2	30 VA cl.0,2
Bobinado nº3	30 VA cl.3P

Características celda de servicios auxiliares

Número total a instalar (uds.)	1
Elemento protección	Fusibles
Tensión nominal (kV)	24
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad nominal (A)	630
Intensidad nominal de corte de cortocircuito (kA)	31,5
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta)	80
Nivel de aislamiento	
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	50
Tensión soportada frente a impulsos tipo rayo (kV)	125
Transformador de servicios auxiliares	
Características	Apartado 1.18.1

1.16.7.2. Autoválvulas 20 kV

Para proteger al transformador de potencia contra cualquier tipo de sobretensiones, bien de origen atmosférico o por cualquier otra causa por la que pudieran producirse; se ha previsto la instalación de un juego de tres autoválvulas. Serán de óxido de zinc con recubrimiento exterior de porcelana.

Se instalarán un total de 3 autoválvulas en media tensión (20 kV), en la entrada del transformador de potencia.

Características autoválvulas

Instalación	Intemperie
Tipo	ZnO
Tensión asignada (kV)	24
Conexión	Fase-tierra
Intensidad nominal de descarga (kA)	10

1.16.7.3. Reactancia de puesta a tierra

Se instalará una reactancia Zig-Zag de puesta a tierra para crear un neutro artificial en el lado de media tensión del transformador de potencia. La reactancia trifásica será instalada a la intemperie, en baño de aceite natural y que tiene las siguientes características principales:

Características reactancia de puesta a tierra

Instalación	Intemperie
Tensión nominal (kV)	20
Intensidad de defecto en el neutro	500 A 10 segundos
Grupo de conexión	Zig-zag
Transformador de intensidad asociado	
Relación de transformación	500/5 A
Clase de precisión	30 VA cl.5P20

1.16.8. Embarrados y conductores

En el lado de 132 kV, los equipos instalados se conectarán mediante conductor desnudo de aluminio-acero tipo LA-545 mínimo (cuya sección es de 547,3 mm² e intensidad admisible de aproximadamente 900 A).

Por otra parte, en el lado de 20 kV, se empleará conductor de aluminio aislado tipo AL HEPRZ1 12/20 (24) kV, con aislamiento de goma de etileno propileno HEPR y sección de 630 mm².

1.16.9. Sistema de control

El mando y control de la subestación, así como los equipos de protección y automatismo, se instalarán en armarios constituidos por paneles de chapa de acero y un chasis formado con perfiles y angulares metálicos del mismo material.

Se instalará un sistema integrado de mando, medida, protección y control (UCP).

En fases posteriores, se desarrollarán más detenidamente los relés y disparos que lo constituyen.

1.16.10. Sistema de medida de energía

Los requerimientos en cuanto a medida de energía para la facturación habrán de ser acordados con el operador del sistema eléctrico.

La medida de energía eléctrica generada se efectuará en cada uno de los embarrados de media tensión de los parques, habiendo un embarrado para cada uno de los parques fotovoltaicos en la subestación. Se colocarán en la subestación tanto una medida principal como una medida redundante.

Para ello, se dispondrá de transformadores de medida adaptados a la legislación, para puntos de medida tipo 2 en configuración redundante; con el cuadro de contadores y registradores principales y redundantes situados en la sala de control de la subestación. Los contadores serán electrónicos combinados de potencia activa y potencia reactiva; y de dispondrá también de registradores y módems.

Estos equipos de medida y sus instalaciones cumplirán con las disposiciones del Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

1.16.11. Sistema de Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares de la Subestación estarán atendidos necesariamente por los dos sistemas de tensión (corriente alterna y corriente continua).

Para la adecuada explotación del centro, se instalarán sistemas de alimentación de corriente alterna y de corriente continua, según necesidades, para los distintos componentes de control, protección y medida.

Para el control y operatividad de estos servicios auxiliares se ha dispuesto el montaje de un cuadro de centralización de aparatos formado por bastidores modulares a base de perfiles y paneles de chapa de acero.

El cuadro consta de dos zonas diferenciadas e independientes, donde se alojan respectivamente los servicios de corriente alterna y corriente continua.

1.16.11.1. *Servicios auxiliares de corriente alterna*

Se instalará un transformador de servicios auxiliares, alimentado desde el embarrado de media tensión de la subestación, integrado en un cuadro de servicios auxiliares de corriente alterna con sus respectivos enclavamientos.

Las características del transformador de servicios auxiliares serán las siguientes:

Características transformador servicios auxiliares	
Instalación	Interior
Clase de servicio	Continuo
Clase de refrigeración	Natural
Clase de corriente	Alterna, trifásica a 50 Hz
Número de arrollamientos	3
Potencia (kVA)	100
Conexión de los devanados AT/BT	Triángulo / Estrella con neutro accesible
Grupo de conexión	Dyn11
Tensión en vacío (kV)	20 / 0,42-N

Este transformador se encargará de alimentar los siguientes servicios auxiliares: alumbrado, rectificadores, circuitos de fuerza, calefacción de apartamento, contraincendios....

1.16.11.2. *Servicios auxiliares de corriente continua*

Para la tensión de corriente continua se ha proyectado la instalación de un equipo compacto rectificador – batería de 125 Vcc que alimenta todos los servicios (control, fuerza y protecciones de reserva) de 100 A/h y autonomía de 24 horas.

El equipo de 125 Vcc funciona ininterrumpidamente y durante el proceso de carga y flotación.

Su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesitar ningún tipo de vigilancia o control, lo cual da mayor seguridad en el mantenimiento de un servicio permanente. Además del equipo mencionado anteriormente, se instalará una fuente de alimentación conmutada para los equipos de comunicaciones, que se alimentará a 125 Vcc y tendrá una tensión de salida de 48 Vcc.

Se instalarán dos módulos Rectificador – Batería de 100 Ah 125 Vcc, con las siguientes características:

Características servicios auxiliares corriente continua

Tensión nominal	125 V + 10% - 15%
Consumo de permanencia	0
Características de la batería	
Tipo	Estacionaria Ni-Cd
Número de elementos	92
Tensión de flotación	1,495 V elemento
Capacidad nominal	100 Ah en 5h
Intensidad máxima de descarga permanente (A)	7
Tensión final de la descarga (V)	106,25
Características del cargador	
Tensión de carga en flotación (V)	128,80
Tensión de carga rápida (V)	137,50
Intensidad nominal a la salida (A)	30
Alimentación trifásica	400 V + 10% - 10%
Características del convertidor	
Tensión de entrada	125 Vcc ± 20%
Tensión de salida	48 Vcc ± 20%
Intensidad de salida (A)	15
Rizado de 0 a 15 A (med.)	50 mV máx.
Tensión de caída de 0-100% de la carga (V)	0,40
Tiempo de respuesta (ms)	25-30

Las principales cargas que se deberán alimentar desde los servicios auxiliares de corriente continua son:

- Circuitos de protección, control y alarmas de la subestación.
- Circuitos de comunicación y telecontrol.

1.16.11.3. *Instalación de grupo electrógeno de emergencia*

Se ha previsto la instalación de un grupo electrógeno de emergencia para cuando exista un fallo de alimentación de los servicios por las fuentes principales. El grupo estará accionado por un motor diésel de 100 kVA y 400-230 V a frecuencia de 50 Hz; con sistema de arranque automático.

En la bancada del grupo, se diseñará una bandeja con las dimensiones suficientes como para recoger el fluido presente en el grupo, en caso de derrames.

1.16.12. Estudio de campos electromagnéticos

La subestación, objeto de proyecto, se encuentra en una zona poco urbanizada, estando situadas las edificaciones más próximas a varios kilómetros de distancia; así como tampoco se prevé mucho tránsito por las inmediaciones de la misma.

Aún así, en las fases posteriores de este proyecto, se diseñará la instalación y se comprobará que se cumple con las especificaciones establecidas por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Para el caso que nos ocupa, teniendo la instalación una frecuencia nominal de 50 Hz, los límites máximos establecidos por la normativa vigente son 5 kV/m para la intensidad de campo eléctrico y 100 μ T para el campo magnético.

1.16.13. Sistema de puesta a tierra

Se instalará un único sistema de puesta a tierra, al que se conectarán las tierras de protección y servicio de los sistemas integrantes para BT y MT.

La instalación de una red de puesta a tierra única permitirá:

- Mejorar la seguridad del personal de servicio de la subestación y los parques, minimizando las tensiones de paso y contacto.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo con objeto de eliminar su paso al terreno y minimizar la elevación del potencial de tierra GPR.
- Minimizar los efectos de la ferresonancia.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo y evitar que ésta retorne por el sistema de comunicaciones, lo que provocaría la destrucción del mismo.

La subestación dispondrá de un sistema de puesta a tierra formado por una malla enterrada a 80 cm formada por cable de cobre desnudo de sección 95 mm² o mayor y picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, cuya cantidad se determinará en el cálculo según necesidad.

Los conductores se tenderán en el terreno formando una retícula de 3x3 m, dimensionada de forma que, al dispersar la máxima intensidad de fallo, las tensiones de paso y contacto estén dentro de los límites admisibles.

El sistema de tierra de cada uno de los parques fotovoltaicos se conectará a la malla de puesta a tierra de la subestación mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm² enterrado en zanja.

En fases posteriores, se comprobará la validez del diseño, así como una vez construido se medirán los valores reales presentes en la subestación, con el fin de garantizar que se cumplen los requisitos.

1.16.13.1. *Efecto de la humedad*

En el caso de que la humedad del terreno varíe considerablemente de unas épocas del año a otras en el emplazamiento de la subestación, se tendrá en cuenta al dimensionar y establecer el sistema de puesta a tierra. Se podrán usar recubrimientos de gravas como ayuda para conservar la humedad del suelo.

1.16.13.2. *Efecto de la temperatura*

Al alcanzar el suelo temperaturas inferiores a 0°C aumenta mucho su resistividad. Por ello, en zonas con peligro de heladas los electrodos se enterrarán a una profundidad que no alcance esa temperatura o se tendrá en cuenta esta circunstancia en el cálculo.

1.16.13.3. *Elementos a conectar a tierra por motivos de protección*

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Por lo tanto, salvo excepciones señaladas en la ITC-RAT 13, se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.

- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida y protección.

1.16.13.4. *Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio*

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

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- El neutro de los alternadores y otros aparatos que lo necesiten.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida y protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

1.16.13.5. *Instalación de tierra general*

Los elementos destinados a conectarse a tierra indicados en los anteriores apartados, se conectarán a una instalación de tierra general, salvo aquellas puestas a tierra a causa de las cuales puedan presentarse en algún punto tensiones peligrosas para las personas, bienes o instalaciones eléctricas.

1.16.14. Obra civil

1.16.14.1. *Subestación a la intemperie*

Dentro del perímetro en el que se situará la subestación, se realizarán las bases necesarias de cimentación de los transformadores, autoválvulas, interruptores automáticos...y el resto de apartamentación; así como las canalizaciones de cableado de potencia, mando, señalización, etc.

Toda la zona de la subestación a la intemperie llevará una capa de 10 cm de grava perfectamente enrasada.

Esta zona estará limitada por un cierre ejecutado con postes de tubo de acero reforzado y galvanizado de 48 mm de diámetro, colocados a una interdistancia de unos 3 m, y tela

metálica de torsión de 50x50x3 mm o similar; hasta una altura mínima de 2,20 m. En la parte superior de este cierre, se colocarán tres líneas de alambre con púas hasta alcanzar una altura mínima total de 2,50 m para mayor seguridad.

Para instalar el transformador AT/MT se construirá una bancada con depósito enterrado de hormigón prefabricado con capacidad para alojar el volumen de aceite del transformador. Éste contará con un sistema de separación de aceites.

Para la instalación proyectada en intemperie es necesario el montaje de una estructura metálica para el apoyo y soporte de la aparamenta y para el amarre de líneas y embarrados. Estos soportes se diseñan de acuerdo con la norma MV103 de estructura metálica.

Las cimentaciones necesarias para el anclaje de las estructuras se proyectarán teniendo en cuenta los esfuerzos aplicados, para asegurar la estabilidad al vuelco en las peores condiciones. Se realizarán a base de soleras o dados de hormigón, con las dimensiones adecuadas conforme a las especificaciones de los fabricantes de los equipos.

La estructura metálica será sometida a un proceso de galvanizado en caliente para garantizar una protección contra la corrosión eficaz. Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliar para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

La estructura metálica de alta tensión contará con:

- Soporte para interruptor automático.
- Soporte para transformadores de intensidad y de tensión.
- Soporte para seccionador con cuchillas de puesta a tierra.
- Soporte para autoválvulas.
- Pórtico salida de línea aérea.

La estructura metálica de media tensión contará con:

- Soporte para autoválvulas.
- Terminales cables de potencia.

1.16.14.2. *Canalizaciones eléctricas*

Para la conducción de los cables desde los aparatos eléctricos hasta los paneles de control situados en el interior del edificio, se instalará una red de canalizaciones con sus correspondientes arquetas de registro.

Las zanjas serán de tipo normalizado, con dimensión interior de 0,45 m y tapa de hormigón prefabricado de 0,54 m, rematadas a base de ladrillo hueco, enfoscado con mortero de cemento en los laterales, y solera de hormigón de 5 cm en el fondo.

Los conductores de Media Tensión, entre las salidas de las celdas de MT y la entrada del transformador, se instalarán en canalización de tubo de polietileno corrugado de 200 mm de diámetro.

1.16.14.3. *Edificio de celdas y control*

Anexo a la subestación a intemperie, se ubica el edificio de control, que contará con un espacio destinado a albergar las celdas de Media Tensión, un espacio para los armarios de control y comunicación, y otro espacio para colocar el transformador de servicios auxiliares.

El edificio de control será de construcción o prefabricado y se asentará sobre la correspondiente cimentación y contará con los servicios y los acabados necesarios para disponer de todas las instalaciones auxiliares necesarias para la operativa.

1.17. LSAT 132 kV SET Privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV – SET Aerocas 132/20 kV

1.17.1. Uso de la instalación

La instalación descrita en el presente proyecto se usará para conectar la Subestación Privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV y la Subestación ST Aerocas, punto de conexión con la red de distribución autorizado; con la finalidad de evacuar la energía generada en la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea I e Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea II, cuyo fin es su venta a la red.

1.17.2. Emplazamiento

- **Ubicación:** Términos municipales de Benlloc y Vilanova d'Alcolea (Castellón).
- **Coordenadas UTM inicio de línea:** Huso 30; X: 249.103,27 m E; Y: 4.455.193,00 m N. (se corresponde con el pórtico de salida de la subestación privada 20/132 kV).
- **Coordenadas UTM fin de línea:** Huso 30; X: 250.014,00 m E; Y: 4.455.585,00 m N. (se corresponde con el punto de conexión facilitado por la Distribuidora).

- **Referencias catastrales:** En el anexo correspondiente se indican la o las parcelas afectadas por la servidumbre de paso.

1.17.3. Descripción general de las líneas de evacuación

La instalación proyectada consiste en una línea subterránea de alta tensión vinculada a dos Centrales Solares Fotovoltaicas cuyo objeto es la Generación de Energía Eléctrica utilizando como materia prima la radiación lumínica del sol. Es por esto que se trata de una instalación novedosa y con un alto interés social al generar energía limpia, y contribuyendo al desarrollo sostenible tan necesario.

La instalación de generación tiene una potencia nominal que implica la necesidad de realizar el vertido de energía en la red de alta tensión, de forma que se minimicen las pérdidas eléctricas, así como el coste material en conductores.

La media y alta tensión permite transportar la energía largas distancias minimizando las pérdidas eléctricas con respecto a instalaciones a menor tensión. Asimismo, reduce la sección de cable a utilizar. El transporte de energía a una tensión adecuada permite un buen ajuste entre pérdidas energéticas, costes de material y volumen físico de la instalación.

1.17.4. Características básicas de la instalación proyectada

El diseño del presente proyecto se desarrolla tomando como base la ITC-LAT 06; así como también, en determinados casos (de obligado cumplimiento en el caso de instalaciones de enlace a ceder a la Distribuidora) los proyectos tipo de Iberdrola (i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.).

El presente documento contempla la instalación de dos tramos subterráneos, dimensionados para una potencia nominal total de 20 MW conectada a una red de 132 kV. De forma generalizada, se describen en la siguiente tabla los diferentes tramos:

Tramos de la línea de evacuación

Tramo	Desde	Hasta	Tipo	Longitud aproximada (m)
A	Pórtico de salida Subestación Privada Vilanova de Alcolea 20/132 kV	Arqueta 6	Subterránea	485 (S/C)

B	Arqueta 6	Pórtico de entrada Subestación ST Aerocas 132 kV	Subterránea	554 (D/C)
---	-----------	--	-------------	-----------

Nota: Cabe indicar que en el tramo B, se compartirá zanja subterránea con la Instalación Fotovoltaica Vilanova de Alcolea (ATALFE/2020/198), en tramitación, cuyo titular es New Frog Projects (anterior Biomasa Manchuela, S.L.) tras haber mantenido conversaciones entre ambas partes. En fases posteriores, se concretarán, de mutuo acuerdo, las características, longitud y trazado de dicha línea.

La línea de evacuación se dimensiona siguiendo los criterios de intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente, intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito, caída de tensión y pérdidas de potencia, por tratarse de una línea subterránea.

La línea de evacuación, debido a su trazado de zanja tiene afección sobre las parcelas indicadas más adelante en el anexo correspondiente.

1.17.5. Actuaciones a realizar para la ejecución de la línea de evacuación

A continuación, se describen las actuaciones fundamentales a realizar para ejecutar una línea subterránea de alta tensión:

1.17.5.1. *Trazado de canalizaciones eléctricas*

Las canalizaciones, salvo cuando no sea posible, se ejecutarán evitando ángulos pronunciados. Su trazado discurrirá lo más rectilíneo posible y cuando discurra por propiedad privada, producirá una servidumbre de paso garantizada.

Al diseñar el trazado, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos fijados por el fabricante del cable a utilizar.

Se consultará con las empresas de servicio público y con posibles propietarios de servicios para las conocer las instalaciones de la zona afectada, antes de marcar el trazado.

Las líneas se enterrarán bajo tubo de alta densidad, rígido, corrugado de doble pared, lisa interna y corrugada externa, de 200 mm de diámetro exterior o superior, en zanjas de unas dimensiones de 1,40 m de anchura y 2,20 de profundidad. El diámetro interior del tubo no será inferior a 1,5 veces el diámetro aparente de los conductores.

Para el caso en cuestión, se instalará un circuito de potencia por tubo.

Cuando existan impedimentos que no permitan conseguir las anteriores profundidades, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes, tal y como se especifica en la ITC-LAT 06.

Cuando se realicen cruzamientos con calzadas, se deberá prever siempre, al menos, un tubo de reserva en cada zanja. Este tubo quedará a disposición de las necesidades de distribución hasta su agotamiento.

Deberán disponerse las arquetas suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser arquetas ciegas o con tapas practicables. También podrán realizarse catas abiertas para facilitar los trabajos de tendido.

1.17.5.2. *Arquetas*

Las arquetas serán prefabricadas o se pueden construir de ladrillo, sin fondo para favorecer la filtración de agua, siendo sus dimensiones las indicadas en los planos.

En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena, se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

El número de arquetas y su distribución, se determina en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruzamientos, obstáculos, cambios de dirección, etc., que son los que determinan las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

1.17.6. Descripción detallada de los elementos de la línea subterránea

1.17.6.1. *Cable aislado de potencia*

Los cables a utilizar en la red subterránea de alta tensión objeto del presente documento serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de cobre.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620 e ITC-LAT 06.

El circuito de la línea subterránea se corresponderá con 3 conductores unipolares de aluminio, con nivel de tensión asignada 76/132 (145) kV y sección 630 mm².

El conductor a utilizar es el siguiente, con las siguientes características siguiendo la norma UNE 21132-4A:

Conductor empleado: VOLTALENE RHZ1-RA+20L(S) 76/132 kV 1x630KAl+H165

Tensión nominal, U ₀ /U _m (kV)	76/132 (145)
Tensión a impulsos, U _p (kV)	650
Temperatura máxima admisible en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en régimen cortocircuito (°C)	250
Sección del conductor (mm ²)	630,00
Peso aproximado (kg/m)	8,00
Diámetro nominal del conductor (mm)	30,70
Espesor nominal aislamiento (mm)	16,00
Diámetro nominal sobre aislamiento (mm)	66,20
Sección de la pantalla (mm ²)	165,00
Espesor nominal de la cubierta (mm)	3,50
Diámetro nominal exterior (mm)	83,00
Esfuerzo máximo de tiro (kg)	1.890
Radio de curvatura durante instalación (en tracción) (m)	1,70
Radio de curvatura permanente (sin tracción) (m)	1,40

1.17.7. Criterios de diseño

Para el diseño de la línea de evacuación y protecciones se tendrán en cuenta los parámetros de diseño:

Tensión nominal (V)	132.000
Intensidad de diseño de cortocircuito (A)	40.000

En determinados casos pueden utilizarse valores superiores a los tabulados con el fin de aplicar margen de seguridad.

Se trata de una línea aérea, siguiendo la norma ITC-LAT 07, y demás normativa de aplicación.

Los apoyos y conductores se dispondrán de forma que se eviten cruzamientos y paralelismos, y en caso de ser inevitables se realizarán en condiciones de seguridad, siguiendo las indicaciones y criterios de la ITC-LAT 07. En el documento Planos recogen detalles sobre la línea.

1.18. Estudio de alternativas

Ya que el objeto de la presente Solicitud de la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública, es una instalación fotovoltaica de venta a red con sus infraestructuras de evacuación (que serán compartidas con otra instalación fotovoltaica en tramitación y objeto de expediente ATALFE/2020/46), cabe indicar que a continuación se presentarán diferentes zonas que resultaban interesantes para su implantación; que a su vez implicaban diferentes soluciones de trazado para la línea eléctrica de evacuación asociada.

Para la selección de las parcelas a estudiar se han tenido en cuenta los siguientes criterios, especialmente atendiendo a aspectos ambientales:

- Parcelas adecuadas desde el punto de radiación solar que garanticen una buena producción energética para asegurar la viabilidad del proyecto.
- Parcelas que proporcionen la superficie necesaria para para la instalación sin incompatibilidades urbanísticas.
- Parcelas que pertenezca a un mismo término municipal.
- Localizaciones alejadas de núcleos de población.
- Parcelas con suelos de bajo valor agrológico y poco interés agrario.
- Parcelas que disponga de accesos en buenas condiciones para eliminar o reducir el impacto de la realización de nuevos accesos o modificación de los existentes.
- Parcelas con desniveles poco significativos con el fin de minimizar el movimiento de tierras necesario para nivelar el terreno.
- Parcelas próximas a líneas de eléctrica de distribución para reducir el impacto de la línea de evacuación.

Resulta evidente, que las diferentes posibilidades analizadas tenían como requisito esencial esquivar, todo lo posible, núcleos urbanos situados en las cercanías, instalarse sobre uso de suelo compatible, evitar una orografía excesivamente irregular, etc.

1.18.1. Justificación de la alternativa seleccionada

En este proyecto de instalación fotovoltaica, línea de interconexión, subestación eléctrica y línea de evacuación, se ha contemplado su ubicación en las proximidades a una carretera local ya existente, con una longitud aproximada de escasamente un kilómetro hasta el punto de conexión autorizado que se trata de una subestación eléctrica ya existente. Todo ello, emplazado en el entorno directo del aeropuerto de Castellón, que supone una infraestructura de gran envergadura implantada en el suelo de la zona, cuya presencia antropiza en gran medida cualquier implantación de infraestructuras necesarias, como el caso del objeto del proyecto, que pudiesen afectar al emplazamiento, tanto técnica como medioambientalmente.

La línea de evacuación será, por lo tanto, compartida con otra instalación fotovoltaica en tramitación y cuyo promotor también es ENERGÍA, INNOVACIÓN Y DESARROLLO FOTOVOLTAICO, S.A. dimensionando la misma por el margen de la carretera local existente en la zona y de forma subterránea, habiendo acordado incluso compartir infraestructura (canalización) con otro proyecto fotovoltaico de promotor diferente a ENERGÍA, INNOVACIÓN Y DESARROLLO FOTOVOLTAICO, S.A. y en trámite alrededor del emplazamiento en cuestión.

Por otro lado, las parcelas afectadas (recogidas en el anexo correspondiente) y que a fecha de firma del presente documento no disponen de acuerdos formales y firmados, son parcelas que catastralmente están destinadas, en su mayoría, a labor/labradío seco.

Además, como se ha descrito ya en los respectivos Proyectos de Ejecución y a lo largo de la presente memoria, la instalación fotovoltaica Vilanova de Alcolea II, compartirá infraestructura de evacuación (es decir, zanja subterránea) con otro parque fotovoltaico en tramitación situado en las proximidades, para así realizar el mínimo número de afecciones en el entorno y conseguir reducir el impacto generado por las diferentes infraestructuras a terceros.

Todo ello, resulta suficiente para justificar la necesidad de implantación de la instalación fotovoltaica, sumado a la justificación del interés público o general que las mismas tienen, validado, entre otros, por la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico:

(...)

TÍTULO IX

Autorizaciones, expropiación y servidumbres

(...)

Artículo 54. Utilidad pública.

1. Se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica, 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.

(...)

1.19. Consideraciones finales

Con lo expuesto en la presente memoria y en los demás documentos que componen esta solicitud, se entienden adecuadamente descritas las instalaciones de referencia, sin perjuicio de cualquier ampliación o aclaración que las autoridades competentes o partes interesadas consideren oportunas.

En Pontevedra, a 23 de diciembre de 2022



Lucía Lampón Bentrón
Ingeniera Industrial ICOIG 3.002
EiDF, S.A.

Anexos

Anexo 01. Relación de bienes afectados

Anexo 01: Relación de bienes afectados

Se han adjuntado a la correspondiente solicitud como documento independiente la:

- Relación concreta e individualizada de las diferentes parcelas privativas afectadas.

Memoria justificativa realizada por Energía, Innovación y Desarrollo Fotovoltaico, S.A.

Domicilio: Polígono Industrial Outeda Curro, 3 - 36692, Barro, Pontevedra

Correo electrónico: lucia.lampon@eidsolar.es

Teléfono de contacto: 986 847 871

Ingeniera Industrial, colegiada número 3.002 en el Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Galicia (ICOIIG):

D^a. Lucía Lampón Bentrón

En Pontevedra, 23 de diciembre de 2022