

PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS PFOT-190 REFERENTE A LAS PSFV DE MÁSTIL Y DRIZA SOLAR Y LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y LÍNEAS ASOCIADAS

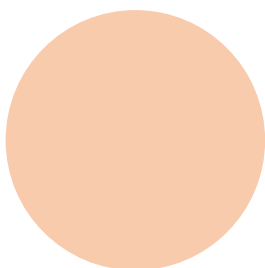
VERSIÓN INICIAL DEL PLAN: DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

BLOQUE III. DOCUMENTACIÓN NORMATIVA

ANEXO I. ANTEPROYECTOS TÉCNICOS DE LA INFRAESTRUCTURA (Extracto)

TÉRMINOS MUNICIPALES DE ARGANDA DEL REY, CAMPO REAL, PERALES DE TAJUÑA Y VALDILECHA

COMUNIDAD DE MADRID



JUNIO 2022

RH ESTUDIO

ANEXO I. ANTEPROYECTOS TÉCNICOS DE LA INFRAESTRUCTURA (Extracto)

PSFV MÁSTIL SOLAR

**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA
FV MÁSTIL SOLAR
100,00 MWp / 95,00 MW instalados
LOE4-MAS-IGI-PTA-1000-R3**

Para:
**Dirección General de Política Energética y Minas
Secretaría de Estado de Energía
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**

**Promotor: Mástil Solar S.L. CIF: B-88209242
Dirección: Calle Ribera Del Loira, 38, 3º. 28042 - Madrid**

**Emplazamiento: T.M. Campo Real, Perales de Tajuña y
Arganda del Rey
Madrid
Comunidad de Madrid**



**IGNIS DESARROLLO, S.L.
CIF B-87973327
C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºdc
28016 Madrid**

**El Ingeniero Técnico Industrial
D. Luis Miguel Espinosa Fernández - 52983953A
Colegiado N.º 26330
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM)**

**ESPINOSA
FERNANDEZ
LUIS MIGUEL**
Firmado digitalmente
por ESPINOSA
FERNANDEZ LUIS
MIGUEL - 52983953A
Fecha: 2021.06.14
18:11:44 +02'00'

Madrid, julio de 2020



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado n.º
0026330

VISADO

13 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

13.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La planta fotovoltaica Mástil Solar es una instalación de 100,00 MWp y 95,00 MW instalados, que convierte la energía que proporciona el sol en energía eléctrica. Dicha energía eléctrica se genera en corriente continua, que posteriormente se convierte en energía alterna en baja tensión mediante unos equipos electrónicos denominados inversores. La energía eléctrica de baja tensión es elevada a alta tensión mediante transformadores de potencia y agrupada en diferentes circuitos. Los circuitos conectan mediante líneas subterráneas 30 kV con la subestación elevadora "SET Rececho 220/30 kV", desde donde será evacuada por una línea de alta tensión 220 kV hasta la subestación "SET Nimbo 400/220/30 kV" para posteriormente conectar con la "SET Loeches 400 kV" mediante una línea aérea de alta tensión 400 kV.

La configuración del campo solar planteada para esta planta fotovoltaica es de agrupación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos, dispuestos sobre estructura de seguidores solares a un eje.

Según los cálculos eléctricos que se incluyen en el Anexo I, con el módulo de 450 Wp seleccionado, la configuración eléctrica en corriente continua elegida supone la conexión de cadenas (o strings) de 27 módulos en serie máximo para no superar en las condiciones más desfavorables la tensión máxima de entrada del inversor.

Por su parte, los seguidores solares seleccionados pueden alojar 27 módulos en cada una de sus 3 filas, moviendo un total de 81 paneles solares a la vez. Se trata de seguidores horizontales monofila con tecnología de seguimiento a un eje en dirección Este-Oeste, dispuestos en el terreno en dirección norte-sur.

Las cadenas se agruparán en bloques o subplantas compuestas cada uno por grupos de cadenas que se conectan a un mismo inversor, teniendo cada bloque 1 ó 2 inversores en función de las necesidades.

Mediante los inversores, a través de procesos electrónicos, se convertirá la energía en corriente continua suministrada por las distintas agrupaciones de módulos en energía en corriente alterna de baja tensión, para que posteriormente, en los Power Block, sean los transformadores de BT/AT los que eleven la tensión al valor necesario de alta tensión para su recogida en la subestación elevadora mediante una red subterránea. Dicha red subterránea, compuesta de 6 circuitos, llevará la energía generada hasta la subestación elevadora 220/30 kV.

Se incluye a continuación un cuadro resumen con las características de la planta:



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 1026330

VISADO

01. MEMORIA

PLANTA FOTOVOLTAICA		UNIDAD
Provincia	Madrid	-
Municipios	Campo Real, Perales de Tajuña y Arganda del Rey	-
Superficie	193,9	ha
Potencia pico	100,0	MWp
Potencia instalada	95,00	MW
Potencia nominal	84,55	MW
MODULOS FOTOVOLTAICOS		
Nº Paneles	222210	Ud
Fabricante	Canadian Solar	-
Modelo	CS3W-450MS	-
Potencia	450	Wp
Nº Paneles/Strings	27	Ud
SEGUIDORES		
Nº Seguidores	2744	Ud
Nº Strings	8230	Ud
Pitch	7	m
Fabricante	PVH	-
Modelo	Monoline 3H	-
Tecnología	Seguimiento a un eje E-O	-
INVERSORES		
Nº Inversores	38	Ud
Fabricante	SMA	-
Modelo	Sunny Central 2500-EV	-
Potencia nominal	2500	kVA
Tensión max entrada DC	1500	V
TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
Nº Transformadores	26	Ud
Potencia nominal	12x5000 + 14x2500	kVA
Tensión primaria	30	kV

Tabla 12: Características de la planta.

Los Power Block, junto con las celdas de alta tensión, los cuadros de baja tensión y los equipos auxiliares necesarios, estarán ubicados sobre una plataforma denominada skid, formando un Power Block. Las dimensiones interiores de aquellas envolventes con dos transformadores son de 12192x2896x2438 mm (longitud x altura x anchura) y para aquellas envolventes con un único transformador son de 6058x2591x2438 mm (longitud x altura x anchura).

Estos Power Block se unirán entre sí mediante 6 circuitos subterráneos de 30 kV. Desde los últimos Power Block de las líneas interiores de alta tensión se evacuará la energía generada hasta la "SET Rececho 220/30 kV".

La configuración de la planta se resume en la siguiente tabla:

01. MEMORIA

POWER BLOCK	Nº Inversor	Nº Trackers	Nº Strings	Nº Módulos	Potencia (MWp)	Ratio Pp/Pn
01	Total	76	228	6156	2,77	-
	1,1	76	228	6156	2,77	1,11
	-	0	0	0	0,00	0,00
02	Total	147	441	11907	5,36	-
	2.1	73	219	5913	2,66	1,06
	2.2	74	222	5994	2,70	1,08
03	Total	70	210	5670	2,55	-
	3.1	70	210	5670	2,55	1,02
	-	0	0	0	0,00	0,00
04	Total	74	222	5994	2,70	-
	4,1	74	222	5994	2,70	1,08
	-	0	0	0	0,00	0,00
05	Total	75	225	6075	2,73	-
	5.1	75	225	6075	2,73	1,09
	-	0	0	0	0,00	0,00
06	Total	72	216	5832	2,62	-
	6.1	72	216	5832	2,62	1,05
	-	0	0	0	0,00	0,00
07	Total	144	432	11664	5,25	-
	7.1	72	216	5832	2,62	1,05
	7.2	72	216	5832	2,62	1,05
08	Total	142	426	11502	5,18	-
	8.1	73	219	5913	2,66	1,06
	8.2	69	207	5589	2,52	1,01
09	Total	144	432	11664	5,25	-
	9.1	72	216	5832	2,62	1,05
	9.2	72	216	5832	2,62	1,05
10	Total	74	222	5994	2,70	-
	10.1	74	222	5994	2,70	1,08
	-	0	0	0	0,00	0,00
11	Total	151	453	12231	5,50	-
	11.1	75	225	6075	2,73	1,09
	11.2	76	228	6156	2,77	1,11
12	Total	141	423	11421	5,14	-
	12.1	71	213	5751	2,59	1,04
	12.2	70	210	5670	2,55	1,02
13	Total	76	228	6156	2,77	-
	13.1	76	228	6156	2,77	1,11
	-	0	0	0	0,00	0,00
14	Total	74	222	5994	2,70	-
	14.1	74	222	5994	2,70	1,08
	-	0	0	0	0,00	0,00



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0096330

VISADO

01. MEMORIA

15	Total	150	450	12150	5,47	-
	15.1	75	225	6075	2,73	1,09
	15.2	75	225	6075	2,73	1,09
16	Total	74	222	5994	2,70	-
	16.1	74	222	5994	2,70	1,08
	-	0	0	0	0,00	0,00
17	Total	75	225	6075	2,73	-
	17.1	75	225	6075	2,73	1,09
	-	0	0	0	0,00	0,00
18	Total	70	210	5670	2,55	-
	18.1	70	210	5670	2,55	1,02
	-	0	0	0	0,00	0,00
19	Total	146	438	11826	5,32	-
	19.1	73	219	5913	2,66	1,06
	19.2	73	219	5913	2,66	1,06
20	Total	144	432	11664	5,25	-
	20.1	70	210	5670	2,55	1,02
	20.2	74	222	5994	2,70	1,08
21	Total	142	426	11502	5,18	-
	21.1	70	210	5670	2,55	1,02
	21.2	72	216	5832	2,62	1,05
22	Total	73	219	5913	2,66	-
	22.1	73	219	5913	2,66	1,06
	-	0	0	0	0,00	0,00
23	Total	74	222	5994	2,70	-
	23.1	74	222	5994	2,70	1,08
	-	0	0	0	0,00	0,00
24	Total	69	207	5589	2,52	-
	24.1	69	207	5589	2,52	1,01
	-	0	0	0	0,00	0,00
25	Total	133	399	10773	4,85	-
	25.1	66	198	5346	2,41	0,96
	25.2	67	201	5427	2,44	0,98
26	Total	134	402	10854	4,88	-
	26.1	67	201	5427	2,44	0,98
	26.2	67	201	5427	2,44	0,98

Tabla 13. Resumen de la configuración de la planta.

A continuación, se realiza una descripción de los distintos sistemas que componen la planta.

13.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico lo compone un campo de módulos fotovoltaicos conectados en serie y en paralelo junto con sus estructuras portantes. El número de módulos conectados en

01. MEMORIA

serie, denominado cadena o “string”, determina la tensión de operación del campo fotovoltaico, debiendo ser menor que la tensión máxima admisible en la entrada de corriente continua del inversor bajo cualquier circunstancia, siendo 1500 V_{cc} máximo para el inversor seleccionado. Por otro lado, el número de strings colocados en paralelo determina la potencia de la planta.

Las características del generador fotovoltaico del presente proyecto en condiciones STC son:

Característica	Valor
Potencia pico panel (Wp)	450
Nº total de módulos (Ud)	222210
Nº de módulos serie (Ud)	27
Nº total de strings (Ud)	8230
Número total seguidores (Ud)	2744

Tabla 14: Características del generador fotovoltaico.

13.3 MÓDULO FOTOVOLTAICO

El módulo fotovoltaico es el encargado de convertir la radiación solar en energía eléctrica, es por tanto un elemento clave dentro de la instalación. Para su elección se tienen en cuenta diversos aspectos técnicos:

- Tecnología utilizada
- Comportamiento ante las condiciones ambientales
- Estabilidad en sus características nominales
- Performance Ratio obtenido
- Disponibilidad en el mercado
- Garantía y servicio postventa del fabricante

Para el presente proyecto se han seleccionado módulos fotovoltaicos monocristalinos; están diseñados según norma IEC 61215 y fabricados con materiales probados para asegurar el servicio durante toda su vida útil. Disponen de 3 diodos de by-pass para evitar el efecto “hot spot” (punto caliente). El diodo “by-pass” permite un camino alternativo para la corriente, en una asociación en serie de células, cuando alguna de ellas está bajo sombras o no conduce corriente.

Los módulos de tecnología PERC (Passivated emitter rear cell) incorporan una capa reflectante (Dielectric Layer) en el interior, para aprovechar al máximo la radiación. Al colocar un material dieléctrico pasivo entre la capa de aluminio y la capa base de silicio se consigue que los fotones de la luz infrarroja no penetren hasta la capa de aluminio, sino que sean reflectados y permitan generar corriente entre la capa base y la emisora.

El módulo fotovoltaico se suministra con 2 latiguillos de cable solar, especialmente diseñado para instalación en intemperie en las más duras condiciones atmosféricas, 1,67 m de

01. MEMORIA

longitud en material de cobre de sección 4 mm², para permitir la interconexión de los módulos. En los planos adjuntos a este proyecto, se encuentra un detalle de esta interconexión.

Las principales características eléctricas del módulo fotovoltaico en condiciones STC son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Tipo modulo	Canadian Solar CS3W – 450MS	-
Potencia nominal	450	Wp
Tensión en el punto P_{max} - V_{MPP}	40,5	V
Corriente en el punto P_{max} - I_{MPP}	11,12	A
Tensión en circuito abierto- V_{oc}	48,70	V
Corriente de cortocircuito- I_{sc}	11,65	A
Eficiencia del módulo	20,37	%
Temperatura de funcionamiento	-40 a + 85	°C
Tensión máxima del sistema	1500 Vdc (IEC)	V
Valores máximos recomendados de los fusibles	20	A
Tolerancia de potencia nominal	0 a +5	W
Coeficiente de temperatura de P_{max}	-0,36	%/°C
Coeficiente de temperatura de V_{oc}	-0,29	%/°C
Coeficiente de temperatura de I_{sc}	0,05	%/°C
Temperatura nominal de operación	42 ± 3	°C

Tabla 15: Características eléctricas del módulo fotovoltaico seleccionado.

Las principales características mecánicas del módulo fotovoltaico son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Tipo célula	Monocristalina	mm
Dimensiones célula	156x156	mm
Nº células	144 (2x12x6)	-
Dimensiones	2108x1048x40	mm
Peso	24,9	kg
Vidrio frontal	3,2 vidrio templado	mm
Estructura	aleación aluminio anodizado	-
Caja de conexión	IP68	-
Diodos de bypass	3 diodos	-
Cables de salida	TUV 1x4	mm ²
Longitud cables de salida	1670	mm

Tabla 16: Características mecánicas del módulo fotovoltaico seleccionado.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

13.4 ESTRUCTURA SOPORTE. SEGUIDOR SOLAR

La opción preferente, a no ser que los estudios geotécnicos indiquen lo contrario, es la hinca directa, sin uso de hormigón ni materiales adicionales.

Los postes de la estructura irán hincados principalmente, siendo solo necesario su hormigonado en caso de que se produzca rechazo o se prevean zonas de extrema dureza del terreno, cuyos resultados dependerán del estudio geotécnico del mismo.

El tipo de seguidor seleccionado será el modelo PVH-MONOLITE 3H del fabricante PVH o similar, que permite un ángulo de giro de $\pm 55^\circ$.

PVH tiene dentro de su gama de seguidores solares este modelo inalámbrico de un eje horizontal, llamado **Monoline 3H**, que tiene la posibilidad de autoalimentarse, por lo que es un producto adecuado para terrenos montañosos y parcelas con formas irregulares, así como para aquellos que presentan obstáculos.

El seguidor *Monoline 3H* tiene la capacidad para integrar tres strings de módulos fotovoltaicos; tiene una arquitectura de motor por fila y nueve postes por seguidor, lo que permite una instalación más rápida y menos costosa. Además, tiene un diseño optimizado estructural y electromecánico, calidad de componentes listos para usar, bajo mantenimiento y es adecuado para integrarse con la mayoría de los sistemas SCADA.

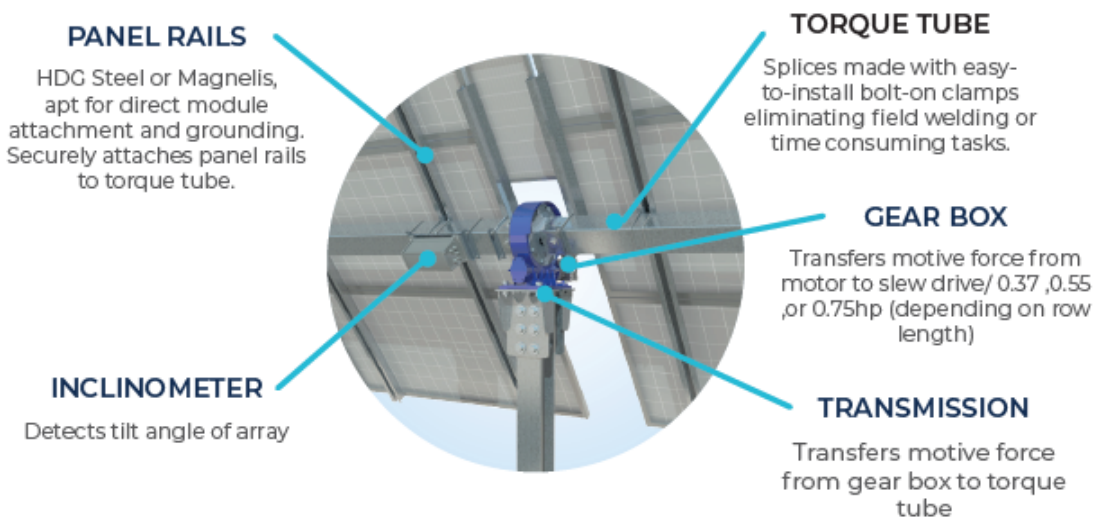


Ilustración 2: Detalle seguidor solar seleccionado (PVH-MONOLITE 3H)

Las principales características del seguidor son las siguientes:



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 026210

VISADO

01. MEMORIA

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Marca	PVH	-
Modelo	Monoline 3H	-
Ángulo de rotación	± 55	°
Método seguimiento solar	Un eje E-O	mm
Nº módulos por seguidor	81	Ud

Tabla 17: Características del seguidor seleccionado.

Las principales características del seguidor son las siguientes:

- Especialmente indicado para terreno montañoso e irregular, y para zonas con obstáculos.
- Sólo tiene nueve postes por seguidor, lo cual proporciona una instalación más rápida y menos costosa al EPC.
- Sujeción directa del módulo a raíles de acero rígido, para eliminar la expansión vibratoria/térmica y los riesgos de ajustar en exceso las abrazaderas de aluminio.
- Diseñado para durar 25 años.
- Está dotado con la tecnología “backtracking”, la cual permite que durante las primeras o últimas horas del día que los seguidores “hablen” entre sí para determinar el mejor ángulo de posicionamiento con el que evitar parte del sombreado mutuo y optimizar la producción.
- Fácil de operar.
- Se integra con la mayoría de sistemas SCADA por control remoto.
- Los raíles están hechos de acero galvanizado en caliente o Magnelis, y son aptos para sujetar directamente el módulo y la base.
- Los raíles quedan firmemente sujetos al tubo de torsión, el cual forma el eje de rotación mediante la unión de varias secciones de tubo con abrazaderas fáciles de instalar, evitando pérdidas de tiempo con soldaduras en terreno u otras tareas.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO



Ilustración 3: Ejemplos de hincado

El resto de las características y su descripción más detallada se encuentra en la hoja de características recogida en el Anexo IV de la presente Memoria.

13.5 INVERSOR

Los inversores son los componentes que transforman la corriente continua generada por los campos fotovoltaicos a corriente alterna. Estos inversores son de tipo y características específicas para un sistema de conexión a red, tanto en tensión como en frecuencia, para no alterar el buen funcionamiento de la red. La generación de armónicos deberá estar dentro de los límites tolerables.

Para este proyecto se han seleccionado inversores de la marca SMA SUNNY CENTRAL 2500-EV, de 2500 kVA de potencia a 35 °C, que serán instalados sobre una plataforma.

El funcionamiento del inversor será totalmente automático. A partir de que los módulos solares generen potencia suficiente, la electrónica implementada en el inversor junto con el PPC de planta regulará la tensión, la frecuencia y la producción de energía. Al alcanzar cierto nivel mínimo de potencia, el aparato comenzará a inyectar a la red.

El inversor funciona de manera que convierta la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

Las características principales del inversor seleccionado son las siguientes:

01. MEMORIA

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Fabricante	SMA	-
Modelo	SUNNY CENTRAL 2500-EV	-
Rango potencias DC @ 25°	2500	kW
Rango de tensión MPP	850 - 1425	V
Tensión máxima	1500	V
Corriente máxima DC	3200	A
Corriente máxima cortocircuito DC	4300	A
Corriente máxima AC	2624	A
Frecuencia nominal	50/60	Hz
Factor de potencia	± 0,8	-
Eficiencia máxima	98,6	%

Tabla 18: Características del inversor seleccionado.

Además del caso en que los paneles no produzcan energía suficiente, y a excepción de las condiciones previstas por la compañía para la regulación y el control de la planta, el inversor se desconectará en los supuestos siguientes:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.

Los inversores se localizarán lo más próximo posible al centro de gravedad del campo fotovoltaico, con el fin de reducir las pérdidas de energía en el cableado de baja tensión.

Los inversores disponibles en el mercado pueden funcionar respecto de la entrada de corriente continua de forma flotante o con el negativo puesto a tierra.

De manera general se elegirá funcionar de forma flotante, requiriéndose protecciones tanto en el polo positivo como en el polo negativo de los conductores de corriente continua. La



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

supervisión del aislamiento lo podrá proporcionar un vigilante de aislamiento por cada centro transformador, ubicado aguas abajo de los inversores.

Las protecciones que vienen incorporadas en el inversor son:

- En la parte de corriente continua (entrada):
 - Fusibles en el polo positivo y negativo de cada entrada.
 - Vigilante de fallo de aislamiento.
 - Seccionador de corte en carga.
 - Protección por sobretensión tipo II.
- En la parte de corriente alterna (salida):
 - Interruptor automático de 4 polos a la salida del inversor.
 - Protecciones de sub/sobre frecuencia y tensión.

En cuanto a las funciones de respaldo de red, incluye las siguientes:

- Perturbaciones y Huecos de tensión:

El inversor soporta los huecos de tensión según el perfil que sea requerido. Pueden compensar el hueco inyectando corriente reactiva requerida, dentro de los criterios establecidos en el P.O. 12.3 de REE, alimentando la falla tanto tiempo como sea necesario mientras no se excedan los límites de las protecciones.

- Sistema de regulación de Frecuencia (FRS):

El inversor incluye un algoritmo de reducción de potencia activa según la caída de frecuencia para proporcionar estabilidad a la red.

- Deslizamiento de la frecuencia:

Los inversores pueden ajustar el rango y los tiempos de las protecciones de frecuencia proporcionándoles una gran flexibilidad y que puedan cumplir con futuros requerimientos.

- Protección anti-isla:

Los inversores combinan métodos activos y pasivos que eliminan los disparos intempestivos y reduce la distorsión de la red de acuerdo con la IEC 62116 y la IEEE 1547.

- Limitación de Potencia:

Los inversores incorporarán funcionalidad de limitación de potencia, incorporada en el sistema SCADA de control de planta, de forma que reducirá la potencia de salida disponible del inversor en corriente alterna en caso de ser exigida por el operador, o

por condiciones de red se requiera no sobrepasar un valor de potencia determinada en el punto de conexión.

13.6 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN o POWER BLOCK

Está prevista la instalación de 26 Centros de Inversión y Transformación de alta tensión, denominados como Power Block o PB, que tendrán la misión de elevar la tensión de salida, para minimizar las pérdidas, antes de enviar la energía generada por la instalación fotovoltaica a la subestación.

Dichos Power Block estarán formados por una losa de hormigón que hará las veces de plataforma.

Estos centros incluirán en su interior los siguientes sistemas:

- Cajas de Nivel II (en caso de ser requeridas)
- Cuadro de protección AC
- Inversor (1 o más)
- Cuadro de servicios auxiliares
- Armario de control
- Transformador de potencia
- Celdas de alta tensión
- Equipos de ventilación
- UPS de 40 kVA o similar
- Transformador de SSAA (30 kVA o similar)
- Red de tierras de protección y servicio

Estará diseñado y fabricado para que el acceso pueda realizarse a través de los viales interiores de la planta.

Alrededor de la losa se dispondrá electrodos de tierra para conseguir una resistencia de tierra conforme a la normativa, las líneas de tierra que conecten a estos electrodos estarán constituidas por cable de Cobre 0,6/1 kV de 35 mm² de sección.

Los Power Block se unirán entre sí a través de varios circuitos subterráneos de alta tensión. Desde los últimos Power Block de cada circuito se conectará mediante línea subterránea 30 kV con la subestación común a otros promotores "SET Rececho 220/30 kV". En la subestación colectora se instalará una celda de línea, para la recepción del circuito proveniente de la planta. La tensión de salida de los Power Block será de 30 kV y la frecuencia de 50 Hz.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

13.6.1 TRANSFORMADOR BT/AT

Cada centro inversor contará con un transformador de potencia que evacuará la potencia generada por la Planta Fotovoltaica, y con un transformador de servicios auxiliares, que alimentará los SS.AA. del centro.

Características generales:

- Los transformadores tendrán el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural en baño de aceite mineral.
- Contarán con sensor de temperatura.
- Las pérdidas en vacío no podrán superar los valores de 0,1% y del 1% en el cobre a plena potencia.
- Aislamiento galvánico y con salida de bornes para PAT (Puesta A Tierra) de pantalla electrostática.
- Cada transformador estará conectado en sus devanados de baja tensión a la salida en alterna del inversor, el cableado se ejecuta a lo largo de conductos metálicos debidamente protegidos e indicados.
- Los transformadores de potencia estarán situados junto a los inversores, minimizando así la longitud del cableado de baja tensión entre ellos.
- El cable utilizado es especial, con el nivel de aislamiento de acuerdo a la instalación y preparado para operar al aire libre.
- Tanto el cableado de baja tensión como el de alta tensión se colocará sobre bandeja metálica.
- Los transformadores de potencia cumplirán con lo establecido en la Directiva 2009/125/CE de la UE en materia de ecodiseño. Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility)

Los transformadores elevadores BT/AT se encargan de elevar la tensión hasta la de la red en la que se va a inyectar la energía y, además, sirven como separación galvánica entre los inversores y la red de corriente alterna. Las características principales de los transformadores BT/AT son las siguientes:

Nº transformadores	26	Ud
Potencia nominal	12x5000 + 14x2500	kVA
Nº devanados secundarios	2 o 1	Ud
Alta tensión	30	kV
Baja tensión	0,55/0,55 o 0,55	kV
Grupo de conexión	Dy11y11 o Dy11	-
Impedancia	7-7 o 7	%

Tabla 19: Características principales transformador.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 26330

VISADO

01. MEMORIA

13.6.2 TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Los transformadores auxiliares BT/BT suministran energía para la alimentación de los consumos propios de los Power Blocks, cuadros de monitorización y resto de servicios auxiliares. La potencia del transformador se dimensionará en función de las demandas de potencia de los elementos a ser alimentados. Estos transformadores auxiliares se alimentarán a partir de la propia producción de la planta fotovoltaica.

13.6.3 CELDA DE ALTA TENSIÓN

Las celdas de alta tensión serán del tipo metálica prefabricada, modular, de aislamiento y corte en SF6, con las funciones L+P.

- Tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Asimismo, mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo.
- El dieléctrico utilizado como medio de aislamiento será SF6 y el medio de extinción será SF6.
- El equipo se diseñará de modo que evite el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento.
- Las celdas serán a prueba de arco interno.
- Las celdas serán construidas en plancha de acero galvanizado.
- La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las celdas de Alta Tensión.
- En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje.
- La conexión de cables será mediante bornas enchufables.
- Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada.
- Cumplirán con toda la reglamentación vigente sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas, así como el Reglamento Electrotécnico para BT.

Se emplearán celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 62271-200.

Se preverán sistemas de alarma por pérdida de gas (disminución de la densidad), salvo cuando el diseño de las celdas o conjuntos esté contrastado mediante los correspondientes ensayos, de forma que el fabricante pueda garantizar que las pérdidas de gas no influyen en su



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

vida útil, siendo ésta superior a treinta años. No obstante, si la presión absoluta mínima de funcionamiento referida a 20 °C que garantiza los valores asignados de la aparamenta es superior a 1,2 bares, será necesario al menos, un indicador de presión.

La envolvente metálica de la celda debe presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior, además de la protección contra daños mecánicos y de arco debidos a defecto interno.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos, de forma que se garantice una eficaz protección corrosiva.

Características generales celdas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 70 kV eficaces
 - A impulso tipo rayo: 170 kV cresta
- Intensidad asignada general: 630 A
- Intensidad asignada (transformador): 200 A
- Intensidad nominal admisible (1s): 25 kA eficaces
- Grado de protección de la envolvente: IP54 según UNE 20324
- Aislamiento: SF₆
- El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- El embarrado general de las celdas se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo. Estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.
- Las piezas de conexión entre celdas dependerán del tipo y fabricante de las celdas.

13.7 EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La evacuación de la energía eléctrica producida en la planta fotovoltaica se realiza mediante una red de alta tensión a 30 kV que asocia los distintos Power Block en 6 circuitos subterráneos. Desde el último Power Block de cada circuito se conectará mediante línea subterránea 30 kV con la subestación común a otros promotores 220/30 kV. Desde allí, mediante línea alta tensión 220 kV se conectará con la subestación “SET Nimbo 400/220/30 kV” y finalmente, conectará mediante una línea de alta tensión 400 kV con la “SET Loeches 400 kV”, antes de conectar en el punto de entrega especificado.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

13.8 SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA

La instalación dispondrá de una serie de sistemas que complementan la operatividad de la misma. La energía necesaria para la alimentación de los sistemas complementarios será aportada por la propia energía producida en la planta.

13.8.1 SERVICIOS AUXILIARES

La función de los Servicios Auxiliares de corriente alterna de la instalación fotovoltaica es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión necesario para la explotación, seguridad y mantenimiento de la instalación.

Cada bloque de potencia (conjunto Inversor-Transformador) contará con un cuadro eléctrico para servicios auxiliares. En este cuadro general se instalarán las salidas y protecciones para los diferentes circuitos: circuitos de iluminación, tomas de fuerza, cuadros de monitorización, cuadros auxiliares, etc. Estará dimensionado, además, con salidas de reserva para posibles ampliaciones. Todos los circuitos se protegerán adecuadamente con un interruptor automático y un interruptor diferencial, si es necesario.

El edificio de O&M también contará con un cuadro de SS. AA que se alimentará a través de un transformador de potencia 30/0,42 kV, de 250 kVA, ubicado dentro de la sala eléctrica del edificio. Igualmente, el cuadro eléctrico general del edificio constará con salidas y protecciones para los diferentes circuitos de iluminación, fuerza, auxiliares, etc.

Para las líneas de alimentación de corriente alterna en baja tensión se utilizará cable de cobre de 0,6/1 kV. La sección del conductor se elige teniendo en cuenta el REBT y los siguientes criterios: intensidad de cortocircuito, intensidad máxima admisible y caída de tensión.

13.8.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

Se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permite mantener operativo el sistema de control y monitorización, y el sistema de seguridad ante posibles cortes de alimentación durante un mínimo de una hora.

13.8.3 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de control de la instalación fotovoltaica permitirá controlar desde un PC todas las diferentes variables de la instalación: parámetros de funcionamiento del inversor e histórico de datos. Esta comunicación es posible mediante tarjetas integrables en los inversores que permiten la comunicación entre la instalación fotovoltaica y un PC.

En esta instalación fotovoltaica se ha optado por la comunicación vía FO, por lo que los elementos que se instalarán serán:

- Cable de comunicaciones de fibra óptica entre los inversores y el PC.



01. MEMORIA

- Tarjetas de entradas analógicas en los inversores para la lectura de variables meteorológicas externas provenientes de la estación meteorológica.
- Tarjetas en los inversores para la conexión con el PC.

En la sala de control del promotor se instalará un PC para visualizar las variables de la instalación y gestionarla lo más eficientemente posible. En el PC se instalará un software que permita la integración de inversores y dispositivos para el control bajo un mismo software. Este software posibilita:

- Configuración individual de cada uno de los inversores de la instalación.
- Visualización on-line de las variables internas del inversor.
- Visualización de todos los inversores de la planta en una misma pantalla.
- Posibilidad de captura y archivo en disco del histórico de datos.
- Representación del histórico de datos en forma de tablas o gráficas de diversos tipos.
- Almacenamiento de datos.
- Módem configurable para el envío de alarmas por SMS.

La relación de variables visualizables on-line y que son memorizadas por el inversor son las siguientes:

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a red.
- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.
- Tensión de los paneles solares.
- Corriente y potencia de los paneles solares.
- Corriente y potencia de salida a la red.
- Coseno de Phi.
- Signo del seno de Phi.
- Tensión de la red.
- Frecuencia de la red.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Fecha y hora actual.

En el display informativo aparecen los parámetros más importantes de la instalación:

- Energía acumulada.
- Energía diaria.
- Potencia instantánea.
- Irradiancia.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.
- Velocidad del viento.

El fondo de pantalla es personalizable y la presentación de datos en pantallas en formato TFT, LCD, etc.

El sistema de control será el encargado de adquirir los datos desde los PLCs de campo, visualizarlos y almacenarlos, además, estará comunicado con el SCADA del despacho de producción de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral de la planta.

Con la información suministrada por la red de PLCs, el sistema local de supervisión y mando SCADA tendrá una visión completa del estado de la planta y permitirá un mejor aprovechamiento de la misma, permitiendo detectar averías en tiempo real, tomar medidas correctoras que eviten la inutilización de un equipo y la correspondiente pérdida de producción.

13.8.4 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La estación meteorológica a instalar tiene como objeto la toma de datos meteorológicos en el emplazamiento. Se instalará al menos 5 estaciones meteorológicas, disponiéndose de piranómetros en al menos dos puntos extremos de la planta. Constarán de sensores para medir los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal.
- Irradiación en el plano de los módulos.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitación.
- Presión atmosférica.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.

01. MEMORIA

Cada estación meteorológica contendrá:

- Unidad de Adquisición de Datos Sistema Datalogger de registro y transmisión de datos.
- Unidad de Transmisión de datos a ordenador central. Opción GPRS-IP.
- Registro de parámetros en data-logger.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary Standard en el plano de los módulos, según el movimiento del seguidor.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary Standard situado en el plano horizontal.
- Sensores de temperatura y humedad relativa del aire.
- Torreta y mástil. Soporte tubular superior ajustable a 1,5 m de longitud, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.
- Termopares para la medición de los datos de temperatura de la célula.
- Células de referencia calibradas por cada plano de orientación de módulos.
- Pluviómetro.
- Veleta y Anemómetro.
- Barómetro.
- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y comunicaciones.
- La estación dispondrá de un sistema de panel fotovoltaico y batería para su alimentación eléctrica. También se le dotará de una conexión a la red de servicios auxiliares.

13.8.5 ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación perimetral de la planta consistirá básicamente en tres subsistemas, iluminación estándar, iluminación emergencia e iluminación sorpresiva. La primera proveerá la iluminación necesaria en condiciones normales de operación de la planta, mientras que la segunda proporcionará la iluminación suficiente para casos de emergencia. La iluminación sorpresiva se activará en condiciones de vigilancia y seguridad.

Los sistemas estarán alimentados desde el Power Block más próximo y controlados desde la sala de control en el edificio de O&M.

01. MEMORIA

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

La iluminación de emergencia estará formada principalmente por el conjunto de luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección, que responderán al modo de operación no permanente, es decir, la fuente lumínica sólo está encendida cuando falla la alimentación de alumbrado normal. La iluminación necesaria para la ruta de evacuación será de mínimo 1 lux, siendo en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado de mínimo 5 lux.

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

13.9 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 2% y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.
- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

13.9.1 CABLEADO DE BAJA TENSIÓN

El cableado de BT que discurra al aire deberá ser de calidad solar, es decir, soportar la radiación solar directa sin sufrir daño o deterioro, poder trabajar de forma continua a 120 °C y contar con un aval de durabilidad por un periodo de, al menos, 35 años.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y están especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección clase II.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

De forma general, las características que permiten considerar un equipo como perteneciente a la Clase II, aparato con doble aislamiento eléctrico, es uno que ha sido diseñado de tal forma que no requiere una toma a tierra de seguridad eléctrica.

13.9.1.1 CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA

Deben cumplir las normas y leyes Nacionales y resistir esfuerzos mecánicos, la radiación UV y otras inclemencias medioambientales.

El cable solar está especialmente diseñado para aplicaciones fotovoltaicas, siendo cable no propagador de la llama, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.

El cable solar a utilizar será unipolar de Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible). Se podrá utilizar cable de tipo solar **ZZ-F** según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

El cable solar tendrá las siguientes características mínimas:

- No propagación de la llama, según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Libre de halógenos, según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
- Baja emisión de humos, según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos, según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Vida útil 30 años, según UNE-EN 60216-2.

También se podrá utilizar cable de tipo solar **H1Z2Z2-K** 1,5/1,5 1kV(1,8)kV DC según normas EN 50618 / IEC 62930 / TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502. El cable solar tendrá las siguientes características mínimas:

- No propagación de la llama, según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- No propagación del incendio, según EN 50305-9; DIN VDE 0482 parte 266-2-5.
- Libre de halógenos, según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
- Baja emisión de humos, según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos, según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Vida útil 30 años, según UNE-EN 60216-2.
- Resistencia a los rayos ultravioleta, según EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.

Cada rama del generador fotovoltaico está compuesta por módulos conectados en serie. Los módulos vendrán unidos por sus propios cables, salvo el primer y último módulo de la rama,



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

cuyo positivo y negativo llegan hasta la primera caja de protecciones CC. Los cables de string podrán ir fijados a la estructura o a un cable fiador.

Desde la caja de protecciones hasta el inversor, se dispondrá del tipo de cable RV Al 0,6/1 kV de material aluminio. En algunos casos, duplicando circuitos para minimizar las caídas de tensión.

- Aislamiento mínimo 1,5 kV_{CC}.
- Aislamiento XLPE.
- Cubierta PVC 120 °C.
- Resistencia a la abrasión.
- Rango de trabajo: -40 °C a +120 °C.
- Temperatura de cortocircuito 200 °C.

13.9.1.2 CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA

La interconexión entre los inversores y el transformador de un mismo bloque será suministrada por el fabricante del inversor, puesto que se instalará un skid completo, con toda la interconexión eléctrica necesaria.

Para las alimentaciones auxiliares se utilizará cable de cobre de 0,6/1 kV y se calculará según el REBT.

13.9.2 CABLEADO DE ALTA TENSIÓN

Cada uno de los circuitos discurren subterráneos por el lateral de los caminos o entre filas de estructura enlazando las celdas de cada CT con las celdas de 30 kV de la subestación. Por la misma canalización se prevé un cable de enlace de tierra o de acompañamiento de 1x35 mm² en cobre desnudo, que une los CTs entre sí y con la puesta a tierra general.

Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de AT, se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control de la planta fotovoltaica.

- Se utilizarán cables de aluminio con aislamiento HEPR 18/30 kV y secciones 240 y 400mm².
- Cumplirán con los requisitos correspondientes a las normas UNE, todos los requisitos del Reglamento de líneas alta tensión, así como los impuestos por la compañía eléctrica.
- Donde sea requerido por compañía eléctrica o normativa autonómica los cables aislados cumplirán con grado de seguridad normal (S) o grado de alta seguridad (AS).



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
00263306

VISADO

01. MEMORIA

- Montaje subterráneo entre PB's, con arena de río y placa de señalización.
- No se colocarán empalmes entre tramos que conecten PB's.

13.9.3 CABLEADO DE COMUNICACIÓN

Los cables de transmisión de datos deberán resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV si no están protegidos con tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental.

- En el caso de comunicaciones por fibra óptica se utilizará fibra óptica monomodo 9/125.
- Todos los cables de comunicación irán protegidos bajo tubo de PVC.
- La FO monomodo podrá ir sin entubar siempre y cuando la cubierta del cable esté preparada para ello.

13.9.4 CABLEADO DE TIERRA

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa transportista asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de transporte.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa transportista de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro.

Para la red de tierras de protección de BT se realizará un mallado a base de cable de Cu de 35 mm² desnudo para ir conectando a él todas las estructuras metálicas (estructuras soporte, carcassas de cuadros, bandejas porta cables, etc). De cada anillo bajará un cable desnudo de 35 mm² en la que irá conectada una pica de puesta a tierra.

Las cajas de protección de continua se conectarán con cable de Cu de 35 mm² desnudo.

Para justificar que la resistencia a tierra (Rt) es lo suficientemente baja se cumplirá lo especificado en los reglamentos. Cuando finalice la obra, se medirán las tensiones de paso y contacto y se asegurará que su valor sea inferior a los valores marcados por la MIE-RAT-13.

13.9.5 CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros serán verificados, probados y ensayados según la normativa vigente. Se entregarán con su correspondiente protocolo de ensayos, verificación y pruebas y su correspondiente juego de planos desarrollados.

01. MEMORIA

Se entregará declaración de conformidad certificado IP, de tensión de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Deberán marcarse los componentes del cuadro, así como sus cables según lo especificado en los planos desarrollados. Respecto a éstos se respetarán los colores prescritos en la normativa.

Dichos cuadros tendrán las siguientes características:

- Para instalaciones exteriores en material poliéster y en interiores en chapa.
- Serán auto extingüibles.
- Las cajas de intemperie cumplirán con IP65, mientras que las de interior tendrán un mínimo de IP20.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.
- Resistentes a la temperatura: -40°C y 100 horas a $+150^{\circ}\text{C}$.
- Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con IP68.
- El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.
- Apertura por medio de puerta abatible con llave.
- Se realizarán los ensayos relativos a los riesgos del fuego.
- En caso de cierre con tornillos estos deberán ser imperdibles.
- No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.
- Todos los armarios dispondrán de una borna o barra de conexión a tierra.
- Las bornas que se empleen en la parte CC serán capaces de soportar una tensión de al menos 1.500 V_{cc} .
- Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, módulos, inversores, motores, etc.) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.
- Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

13.9.5.1 CAJAS DE CORRIENTE CONTINUA

Las cajas tendrán las siguientes características:

- Tensión de aislamiento de 1,5 kV.
- Las bases serán accesibles y maniobrables una vez los cuadros estén cableados.
- Número mínimo de entradas CC 6. Sección de cable recomendada mínimo 95 mm².
- Sección máxima de salida CC 300 mm². En algunos casos más de un circuito.
- Portafusibles seccionables:
 - Seccionables manualmente.
 - Fusibles para continua.
 - Tensión de empleo 1.500 Vcc.
- Seccionador de corte en carga:
 - 1.500 Vcc tensión de funcionamiento.
 - Intensidad nominal 80-400 A.
 - Apertura/Cierre Manual (en local).
- Cumplirán todas las especificaciones de las normas:
 - UNE-EN relativa a los cuadros eléctricos de baja tensión.
 - ETG-1020 de sismicidad de Endesa-Ingendesa e IEEE Std 693-1997 en la condición de high Seismic Performance Level.

13.9.5.2 CAJAS DE CORRIENTE ALTERNA

A la salida de los inversores se dispondrá de magnetotérmico, es decir, elementos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y elemento de corte en carga.

Cumplirán todas las especificaciones de las normas:

- UNE-EN relativa a los Cuadros eléctricos de baja tensión.

13.9.5.3 EQUIPOS DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

Equipos medida

En Alta Tensión se instalará un Equipo de Medida Totalizadora bidireccional y estará dotado de Módem de comunicaciones para telemedida.

Protecciones

01. MEMORIA

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente, según Real Decreto 1699/2011 y 1955/2000, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluyendo lo siguiente:

- Interruptor general de apertura manual en el punto de conexión, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de realizar la desconexión manual.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de continua de la instalación.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Este interruptor dispondrá de los relés de protección siguientes:
 - Protección de mínima tensión, uno por fase, ajustados a 0,85 Um en instantáneo. Puede estar incorporado en el inversor.
 - Protección de máxima tensión, ajustado a 1,1 Um. Puede estar incorporado en el inversor.
- Un relé de máxima y mínima frecuencia, ajustado a 51 y 49 Hz. Puede estar incorporado en el inversor.

13.10 PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra se proyectará de forma que cumpla los siguientes requisitos:

- Garantizar la seguridad de las personas.
- Presentar una resistencia mecánica suficiente y resistencia a la corrosión.
- Ser capaz de soportar, desde un punto de vista térmico, la mayor corriente de falta.
- Evitar daños a componentes y equipos eléctricos.

La red de tierra de la instalación fotovoltaica será única y equipotencial, estará formada por un cable de cobre desnudo de 35 mm² enterrado reforzado con picas metálicas, de 2cm de diámetro y longitud 2,0 metros, que discurrirá por toda la planta formando una malla a la que irán conectados todas las estructuras y partes metálicas de la instalación, así como los anillos de puesta a tierra de los bloques de potencia, del edificio de O&M, las cajas seccionadoras, cuadros eléctricos y vallado.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado, nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

Las partes metálicas de la estructura se conectarán entre sí mediante conexiones con cable desnudo de cobre estañado, aluminio o acero, o bien con cable de cobre aislado, proporcionando continuidad eléctrica a toda la estructura, formando una masa única, de acuerdo con la IEC 60364-5-54. Las picas ("patas") de la estructura del seguidor están enterradas a más de 1 m de profundidad siendo electrodos de puesta a tierra, y formarán parte del sistema de puesta a tierra.

Los siguientes elementos se deben conectar al sistema de tierras:

- Estructura y partes metálicas.
- Los marcos metálicos de los módulos fotovoltaicos, si los llevan, pese a que sean clase de protección II y se consideren aislados de tierra, estarán puestos a tierra por contacto de los perfiles metálicos de la estructura a través de la tornillería específica.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Cuadros eléctricos de baja tensión de SSAA de los bloques de potencia y cuadros de alimentación del edificio de O&M.
- Envolventes metálicas (inversores, celdas, cabinas, vallado y cualquier caja que sea metálica).

Para los bloques de potencia (conjunto inversores/transformador), la configuración de la puesta a tierra se compone de un anillo de cobre desnudo 95 mm² directamente enterrado alrededor de todo el conjunto, con varias picas de cobre adicionales; entre 4 a 8 picas por cada anillo.

Por la canalización de alta tensión que conecte Power Blocks entre sí se prevé la instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección que conecte a la tierra general.

El vallado metálico será conectado a tierra mediante latiguillos de cobre de 16 mm² a un conductor de tierra de cobre de 35 mm² que seguirá el trazado del vallado y discurrirá por la zanja perimetral, instalándose picas cada 50 metros. El conductor de puesta a tierra perimetral formará parte de la tierra general.

De forma general, las envolventes metálicas de todos los equipos (inversor, transformador, celdas AT) se ponen a tierra mediante un latiguillo de puesta a tierra que se conecta a una pletina de cobre común. Las alimentaciones de los cuadros de servicios auxiliares, así como las protecciones diferenciales se ponen a tierra mediante el empleo del latiguillo de cobre aislado específico y se conectan a la pletina común de puesta a tierra. Esta pletina se conecta directamente al anillo de puesta a tierra mediante una unión electrosoldada.

La puesta a tierra de la planta fotovoltaica quedará conectada a la puesta a tierra de la subestación mediante un conductor de acompañamiento que discurrirá por la zanja de la línea

01. MEMORIA

de evacuación. Este conductor de acompañamiento también discurrirá por las canalizaciones que enlazan las celdas de los CT's. Por lo tanto, se prevé la instalación de:

- Cable desnudo 35 mm² de puesta a tierra conectado a la tierra general de la planta fotovoltaica y conectado en el extremo de la subestación.
- Para la malla de los cables de alta tensión, igualmente se conectará a la tierra general en el lado de la planta fotovoltaica y en el extremo de la subestación mediante conexión cross-bonded.

Las plataformas de los bloques de potencia (Power Block), se conectan directamente a tierra mediante cable de cobre desnudo conectándolo al anillo con una unión electrosoldada. Las conexiones de estas plataformas serán redundantes y como mínimo conectarán a la tierra general en dos puntos diferentes.

13.11 SISTEMA DE PARARRAYOS

La planta fotovoltaica contará con un sistema de protección externa e interna frente a rayo que proporcione protección y seguridad suficiente como para que los equipos no queden dañados.

Para la protección externa, se prevé la instalación de pararrayos con dispositivo de cebado que cubran el área de los alrededores de los Power Blocks, intentando cubrir la mayor superficie posible y dando prioridad a la protección de los elementos más sensibles y costosos, en este caso los inversores.

Para la protección interna, está prevista la instalación de descargadores de tensión en las string box, y a la entrada y salida del inversor. En cada una de estas zonas se deberán instalar la protección contra sobretensiones transitorias más adecuada.

Deberán ser instalados por encima del elemento de mayor altura, esto son, el techo de los Power Block en unas zonas, y la parte superior de las estaciones meteorológicas en otras. La altura mínima de instalación será de 5 metros y siempre deberá quedar como mínimo 2 metros por encima del elemento más alto. La instalación se realizará mediante un mástil de longitud 5 metros. El dispositivo de cebado conectará con las picas de tierra mediante un cable de cobre de sección mínima 50 mm² que quedará instalado dentro de un tubo aislado de PVC.

Cada pararrayos dispondrá de su propia puesta a tierra que se unirá a la red general mediante un dispositivo tipo vía de chispas, ofreciendo aislamiento entre ambas redes en condiciones normales de operación, y ofreciendo conducción en condiciones de sobretensión.

La puesta a tierra del pararrayos se realizará mediante tres picas ubicadas en una arqueta próxima, de longitud mínima 2,0 m, dispuestas formando un triángulo, siendo considerada esta

01. MEMORIA

configuración la mejor para disipar con rapidez la corriente tipo impulso del rayo. La resistencia máxima admitida de forma individual para la puesta a tierra será de 10 ohmios.

Se instalará un contador de descargas en la parte inferior de la bajante de cada dispositivo de protección externo de la planta.

13.12 SEGURIDAD

Se instalará un sistema de seguridad para evitar posibles robos del material de la instalación. El sistema de seguridad perimetral persigue evitar la intrusión de personas y/o vehículos al recinto que delimita la planta solar.

El objetivo fundamental de este sistema es proporcionar un perímetro hermético en el mayor grado posible que permita detectar cualquier intento de intrusión en el perímetro restringido.

Este sistema estará formado por los siguientes elementos clave:

- Detección de movimiento, que activará una alarma y tendrá capacidad para redirigir las cámaras. La detección de movimiento podrá estar instalada a lo largo del vallado, o bien, deberá cubrir el área entre el vallado y el campo solar.
- También se podrán utilizar columnas con barreras de microondas o barreras de Infrarrojos.

Se dispondrán cámaras de inspección en todos los siguientes lugares:

- Perimetrales, que permitan la visualización de todo el perímetro de la planta.
- Junto a la entrada de la planta, el centro de control y el almacén, incluyendo lugares clave.
- Todas las cámaras instaladas tendrán la posibilidad de acceso en remoto a la visualización de la instalación.
- La instalación estará vigilada las 24 h mediante una central de recepción de alarmas, que estará directamente comunicada con el personal de la planta.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

14 DESCRIPCIÓN DE LAS LINEAS DE ALTA TENSIÓN 30 kV

Las líneas de alta tensión objeto del presente proyecto son líneas interiores de la planta fotovoltaica.

14.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES COMUNES

Las características comunes de las líneas son las siguientes:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| - Clase de corriente | alterna trifásica |
| - Frecuencia | 50 Hz |
| - Tensión nominal | 30 kV |
| - Tensión más elevada material | 36 kV |
| - Clasificación instalación | Tercera Categoría (>1 kV y ≤ 30 kV) |
| - Categoría red (UNE 211435) | A (despeje cortocircuitos < 1 min) |
| - Instalación | Directamente enterradas |

14.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Cables de alta tensión

Los cables empleados tendrán las siguientes características generales:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| - Norma aplicable: | UNE HD 620 / RLAT-ITC 06 |
| - Tensión asignada: | 18/30 kV |
| - Tensión soportada impulso: | 170 kV |
| - Conductor: | Aluminio compacto clase 2 |
| - Aislamiento: | HEPR |
| - Pantalla: | Cobre 16 mm ² |
| - Cubierta: | Normal DMZ1 |
| - Temperatura máxima de operación: | 105 °C |

Las características de un conductor de aluminio de 240 mm² son las siguientes:



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Sección: 240 mm²
- Resistencia a 105 °C: 0,168 Ω/km
- Reactancia (al tresbolillo): 0,109 Ω/km
- Capacidad: 0,301 μF/km
- Intensidad máxima admisible: 365 A

Las características de un conductor de aluminio de 400 mm² son las siguientes:

- Sección: 400 mm²
- Resistencia a 105 °C: 0,107 Ω/km
- Reactancia (al tresbolillo): 0,102 Ω/km
- Capacidad: 0,367 μF/km
- Intensidad máxima admisible: 470 A

La intensidad máxima admisible anterior es considerando conductores directamente enterrados a 1 m de profundidad en terreno de resistividad térmica 1,5 mK/W y temperatura 25 °C.

Cable de comunicaciones

Se instalará un cable de comunicaciones por fibra óptica de 48 fibras monomodo 9/125 μm. El cable irá protegido bajo tubo de PVC de 40 mm de diámetro en toda la longitud de la línea.

Conductor de tierra

Se instalará un conductor de tierra de acompañamiento a lo largo de toda la longitud de la línea. El conductor será de cobre desnudo de 35 mm² y los empalmes que sean necesarios se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Accesorios

Los terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.) Los terminales se instalarán siguiendo las instrucciones del fabricante y según la sección adecuada de cada conductor.

14.3 LÍNEAS ALTA TENSIÓN 30 KV INTERIORES



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

Las líneas de alta tensión interiores unirán los Power Blocks entre sí.

La planta fotovoltaica estará formada por 26 bloques de potencia, doce de 5 MVA cada uno y catorce de 2,5 MVA cada uno. Los bloques de potencia se conectan a través de 6 circuitos de 30 kV. El edificio de operación y mantenimiento recibirá suministro eléctrico desde uno de los Power Block. Los circuitos agrupan los bloques de potencia de la siguiente forma:

LINEA	TRAMO		LONGITUD (m)	SECCIÓN (mm ²)	POTENCIA (kVA)
	INICIO	FIN			
O&M	PB12	O&M	244,04	3x1x240	250
L11	PB01	PB25	479,59	3x1x400	15000
	PB25	PB26	257,80	3x1x240	10000
	PB26	PB23	284,90	3x1x240	2500
	PB26	PB24	150,90	3x1x240	2500
L12	PB12	PB21	688,42	3x1x240	12500
	PB21	PB22	598,91	3x1x240	7500
	PB22	PB04	198,21	3x1x240	5000
	PB04	PB05	390,51	3x1x240	2500
L13	PB09	PB10	581,49	3x1x240	10000
	PB10	PB11	250,63	3x1x240	7500
	PB11	PB13	560,63	3x1x240	2500
L14	PB18	PB17	431,04	3x1x240	12500
	PB17	PB20	369,42	3x1x240	10000
	PB20	PB19	309,66	3x1x240	5000
L15	PB08	PB16	418,00	3x1x240	10000
	PB16	PB15	278,65	3x1x240	7500
	PB15	PB14	310,44	3x1x240	2500
L16	PB02	PB03	371,20	3x1x240	10000
	PB03	PB06	432,61	3x1x240	2500
	PB03	PB07	355,00	3x1x240	5000

Tabla 20: Resumen líneas alta tensión interiores.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

15 OBRA CIVIL

Los materiales y elementos que debe integrar la obra o que intervienen directamente en la ejecución de los trabajos a utilizar se registrarán por normativas nacionales y estándares y métodos internacionales.

La obra civil para la construcción de la planta solar fotovoltaica consistirá en:

- Preparación del terreno y limpieza del terreno: desbroce, eliminación de la capa superficial, excavaciones, movimiento de tierras (terraplenado, etc.) y eliminación del material excedente.
- Ejecución de los accesos a la instalación y de caminos interiores aptos para el tránsito de vehículos.
- Excavación de zanjas.
- Realización de los hincamientos, o cimentaciones en caso de necesidad debido al terreno, para los seguidores.
- Realización de las cimentaciones del edificio O&M, bloques de potencia y cajas/cuadros eléctricos.
- Construcción del vallado perimetral.
- Construcción del sistema de drenaje.

15.1 MOVIMIENTO DE TIERRA

Una vez que el proyecto sea autorizado y antes de la construcción del mismo, se llevará a cabo un levantamiento topográfico “in situ” de precisión, así como un estudio geotécnico para determinar cuáles son las características exactas del terreno. Una vez finalizado dicho estudio y en función de los resultados se realizarán diferentes labores para conseguir la capacidad portante necesaria.

Se realizará una aportación de una capa de zahorra o material de aporte externo de 20 cm en los viales interiores, perimetrales, en las zonas de ubicación de casetas, centros, etc. y lugares que lo requieran para garantizar, de este modo, la calidad mínima del terreno en toda la superficie.

En los casos con afloramientos se realizará el descabezado de estos.

Teniendo en cuenta que, siempre que se pueda, se deberá respetar al máximo la orografía natural del terreno.

15.2 ACCESOS Y CAMINOS

Se accede al emplazamiento a través de la carretera M-220, que comunica la autovía A-3 con Campo Real y, a partir de esta, por caminos rurales que dan acceso a las parcelas consideradas.

El firme será suficientemente resistente y se hará el acondicionamiento adecuado para el tránsito de los vehículos pesados y maquinaria que se deban utilizar durante la ejecución y posterior mantenimiento de la instalación.

La composición de la carretera y caminos debe estar definida de acuerdo a las características de los vehículos y a las condiciones geológicas del terreno.

Los caminos de la planta contendrán una base de grava y una capa de estabilizado. Se evitará la formación de charcos y balsas en los laterales del camino. En caso de ser necesario, se realizarán cunetas de drenaje del agua y se realizará un camino perimetral con un espesor mínimo de 20 cm.

Para permitir el acceso a la instalación fotovoltaica no se requiere de acondicionamiento de los viales externos existentes (caminos públicos), actualmente se encuentran en buenas condiciones; no obstante, de forma previa al inicio de los trabajos de construcción se deberá valorar su estado.

En el interior del recinto se ejecutarán viales para permitir el acceso de vehículos a los diferentes edificios de la planta y a los inversores. Estarán compuestos por una base de grava y una capa de estabilizado, evitando la creación de charcos y bolsas de agua en los laterales, incluso se realizarán cunetas de drenaje en caso de ser necesario. Se estiman 23.782 m lineales de caminos internos.

El ancho de los caminos internos será de 6 m y se deberán respetar los caminos existentes, excepcionalmente se prevé el desplazamiento de caminos, previo consentimiento del ayuntamiento, facilitando siempre una alternativa de tránsito.

15.3 CANALIZACIONES

15.3.1 CANALIZACIONES AT

Los cables aislados subterráneos en canalización enterrada deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado (según ITC-LAT-06) y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los



01. MEMORIA

conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Los conductores irán directamente alojados en zanjas de dimensiones en función de los circuitos a alojar, la profundidad mínima de la terna de cables más próxima a la superficie del suelo será de 1 m. Estas dimensiones se considerarán mínimas, debiendo ser modificadas al alza, en caso necesario, cuando se encuentren otros servicios en la vía pública, en cumplimiento de las exigencias reglamentarias para paralelismos y cruzamientos con los mencionados servicios.

Los cables unipolares correspondientes a un mismo circuito serán embridados utilizando bridas de poliamida.

Sobre el fondo de la zanja se dispondrá una capa de arena fina lavada de espesor no inferior a 5 cm sobre la que se colocarán los conductores, teniendo en cuenta que la separación mínima entre circuitos será 20 cm.

Se procederá al relleno de la zanja con aplicación de arena fina lavada hasta una altura no inferior a 30 cm por encima de los conductores estando colocados los circuitos en el mismo plano horizontal.

A continuación, se instalarán placas de protección mecánica de polietileno. El número de placas de protección a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán placas en paralelo sin separación entre ellas en el número necesario para cubrir la anchura de proyección de los conductores. Cuando existan tubos de reserva estos harán las veces de protección mecánica.

A continuación, se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

Al menos a 40 cm por encima de la generatriz superior del tubo de energía más elevado se instalarán de forma longitudinal a la zanja las cintas de señalización que advierta de la presencia de la línea. La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, será de 15 cm de ancho y llevará impresa una leyenda advirtiendo de la presencia de cables eléctricos, así como la señal de riesgo eléctrico. El número de cintas de señalización a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán varias cintas en paralelo y con una separación tal que cubra la anchura de proyección de los conductores.

Finalmente se rellenará la zanja, continuando con el compactado hasta el nivel del terreno si no es necesaria la reposición de firme existente previamente a la apertura.

En caso de zanjas en calzada, el relleno se realizará hasta una cota 28 cm inferior a la de la superficie del firme, procediendo a la aplicación de una capa de hormigón en masa de espesor 22 cm y finalmente la reposición del firme de acabado en las condiciones existentes previamente a la apertura.

01. MEMORIA

Las zanjas en tierra, aceras y calzadas pavimentadas, en general, se rellenarán con zahorra o tierra en tongadas de 15 cm, compactadas hasta una densidad del 95% del "Ensayo Próctor", evitándose el uso de la tierra procedente de la excavación. El tapado de la zanja se hará por capas sucesivas de 0,15 m de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

En zanjas que discurran por calzada pavimentada, en la confección de la solera previa al firme de acabado se empleará hormigón del tipo HNE-15, apto para rellenos y aplicaciones no estructurales, de resistencia a la compresión mayor o igual a 15 N/mm².

Cuando se trate de zanjas en calzadas pavimentadas, en general, se procederá, una vez recortado el pavimento con sierra de disco, en línea recta y con una anchura uniforme, a efectuar un riego de adherencia con betún asfáltico y al extendido y compactado de una capa de aglomerado asfáltico en caliente de las mismas características que el existente previamente a la apertura de la zanja, dejando la rasante idéntica a la primitiva, sin ninguna deformación ni forma especial. Cuando el pavimento de rodadura primitivo no sea de aglomerado asfáltico, la reposición se hará con materiales idénticos a los existentes con anterioridad a la rotura del mismo y colocados de forma análoga a la primitiva.

Con carácter general, en cuestiones relacionadas con los materiales de hormigonado, de relleno y de reposición del pavimento, se estará a lo dispuesto por los organismos oficiales y titulares del dominio público que se trate.

En los puntos donde se produzcan cambios de dirección, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos. El número y ubicación de las arquetas se definirá en fase de ejecución de obra.

Las arquetas estarán realizadas con ladrillo u hormigón, dispondrán de tapa de fundición resistente al paso de vehículos y tendrán las siguientes dimensiones:

- Arqueta de tiro o cambio de dirección: 1000 x 1000 mm con reducción a 600 mm de diámetro para tapa de fundición.

Los tubos serán de plástico corrugado, y exentos de halógenos para protección mecánica.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

01. MEMORIA

15.3.1.1 ZANJAS TIPO AT

En esta instalación se tienen distintos tipos de zanja que cumplirán con las indicaciones marcadas en el apartado anterior.

Los distintos tipos de zanjas utilizados serán:

- Zanja AT-A1 1 terna más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección. Discurrirá por el interior de la planta salvo en los cruces de caminos.
- Zanja AT-A2 2 ternas más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A3 3 ternas más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A4 4 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,60 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A5 5 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A6 6 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A7 7 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A8 8 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, donde

01. MEMORIA

irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.

- Zanja AT-B1 de cruce de calzada/camino de 1 terna con una terna dentro de tubo de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y el otro de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 0,80 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B2 de cruce de calzada de 2 ternas con dos ternas dentro de dos tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y el otro de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 0,80 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B3 de cruce de calzada de 3 ternas con tres ternas dentro de tres tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y 2 tubos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B4 de cruce de calzada de 4 ternas con cuatro ternas dentro de cuatro tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B5 de cruce de calzada de 5 ternas con cinco ternas dentro de cinco tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B6 de cruce de calzada de 6 ternas con seis ternas dentro de seis tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B7 de cruce de calzada de 7 ternas con siete ternas dentro de siete tubos de diámetro 200 mm con tres tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B8 de cruce de calzada de 8 ternas con ocho ternas dentro de ocho tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
066530

VISADO

01. MEMORIA

diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.

- Zanja AT-C1 1 terna más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C2 2 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C3 3 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C4 4 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,60 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C5 5 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C6 6 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C7 7 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, con



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

VISADO

01. MEMORIA

dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.

- Zanja AT-C8 8 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.

15.3.2 CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTO Y PARALELISMO

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no se debe considerar este método como aplicable de forma habitual dada su complejidad.

15.3.2.1 CRUZAMIENTOS

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones de los cruzamientos de cables subterráneos de AT.


La canalización entubada a emplear cumplirá con lo indicado en el apartado correspondiente y además con los requisitos particulares para cada tipo de cruzamiento indicados a continuación.

Con calles, caminos y carreteras: en los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc. deberán seguirse las siguientes instrucciones.

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m. En este proyecto la profundidad se fija en 0,8 m.

Los cruces de calzadas se realizarán a cielo abierto (salvo que se indique lo contrario) y siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Con otras conducciones de energía eléctrica: siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los cables de baja tensión. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos, conductos o divisorias



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 026300

VISADO

01. MEMORIA

constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

Con cables de telecomunicación: la separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

Con canalizaciones de agua: los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

Con canalizaciones de gas: en los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla A1. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla A1. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 0203307

VISADO

Tabla 21: Cruzamientos.

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

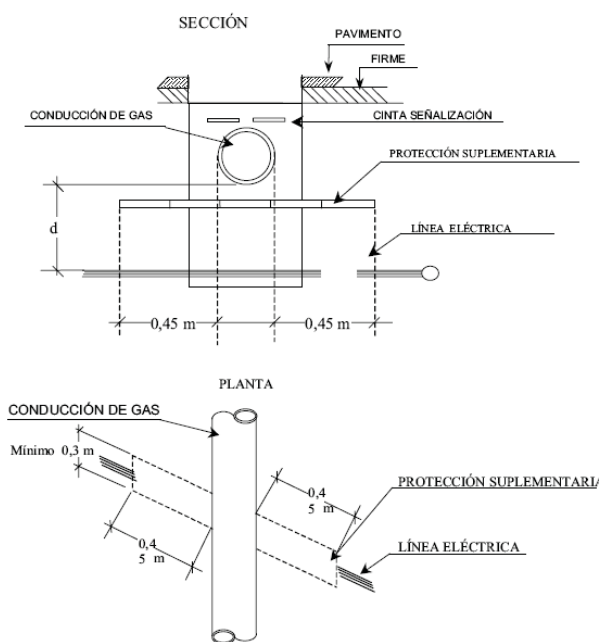


Ilustración 4: Cruzamientos

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con conducciones de alcantarillado: se procurará pasar por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible se pasará por debajo y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

01. MEMORIA

Con depósitos de carburante: los cables se dispondrán dentro de tubos, de las características indicadas o conductos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten para un diámetro superior a 140 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

15.3.2.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos de AT, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Con otros conductores de energía eléctrica: los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se tienda en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con cables de telecomunicación: la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con canalizaciones de agua: la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

Con canalizaciones gas: en los paralelismos de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla B1. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse

01. MEMORIA

mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla B1. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,15 m
Acometida interior	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

Tabla 22: Proximidades y paralelismos.

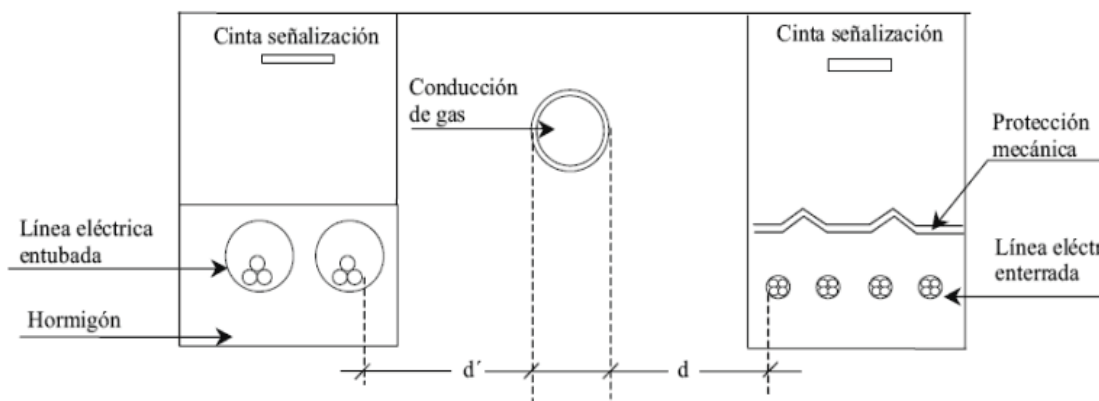


Ilustración 5: Proximidades y paralelismos.

Con conducciones de alcantarillado: se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

Depósitos de carburantes: los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2,0 m por cada extremo.

Acometidas (conexiones de servicio): en el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o

01. MEMORIA

divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de BT como de AT en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

15.3.3 CANALIZACIONES BT

Se realizan las canalizaciones que se indican a continuación según las secciones tipo especificadas:

15.3.3.1 ZANJA TIPO EN CALZADA DE TIERRA

Tramo de cables de tubos enterrados:

- BT-AA0-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior.
- BT-AA1-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con un tubo de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386 a 0,45 m de la superficie.
- BT-AA2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.
- BT-AA4-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.

Tramo de cables mixto con cables directamente enterrados y con tubos enterrados:

- BT-AB4-2: Zanja de 0,85 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán los cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

01. MEMORIA

- BT-AB4-4: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB4-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-2: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 2 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-8: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-12: Zanja de 1,45 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
JUS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0076330

VISADO

01. MEMORIA

inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

- BT-AB8-12: Zanja de 1,45 m de profundidad y 1,08 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 18 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Tramo de cables directamente enterrados:

- BT-AC0-4: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-6: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 6 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Zanja perimetral:

- BT-AA2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.

15.3.3.2 ZANJA TIPO EN CRUCES EN CALZADA PAVIMENTADA

Tramo de cables de tubos enterrados:

01. MEMORIA

- BT-BA4-0: Zanja de 0,7 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15 en la zona previa a los tubos y tierras de excavación en su parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. Contará con un cable de tierra en su zona inferior.

Tramo de cables mixto con cables directamente enterrados y con tubos enterrados:

- BT-BB4-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15 en la zona previa a los tubos, con tierras de excavación en la zona de los tubos y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Tramo de cables directamente enterrados:

- BT-AC0-6: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15, con tierras de excavación en la zona de la placa de protección y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 6 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15, con tierras de excavación en la zona de la placa de protección y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Zanja perimetral:

- BT-BD2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y hormigón HNE-15. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 26330

VISADO

01. MEMORIA

Los materiales utilizados para canalización de la línea eléctrica subterránea deben cumplir la normativa UNE indicada en el REBT 02 (UNE EN 61386-24, para tubos en instalaciones subterráneas, y con resistencia a compresión mínimo 450 N). Los tubos será AISCAN o similar, de doble pared, con el diámetro nominal indicado.

15.4 ARQUETAS

Para los cables enterrados no se considera necesaria la instalación de arquetas de registro dado que los cables irán directamente enterrados, tanto los de alta tensión como los de baja tensión.

No obstante, de ser necesarias durante el progreso de la obra, se instalarán directamente sobre las zanjas de canalización. El fondo de la arqueta estará formado por el propio terreno, exento de suciedad, para facilitar el drenaje. Todas las arquetas irán dotadas de marco y tapa de fundición dúctil. Además, se elevarán sobre el terreno para dificultar la entrada de agua.

Próximas al mástil de los pararrayos está prevista la instalación de arquetas de registro que incluyan un sistema seccionador que permita desconectar la toma de tierra y realizar la medición de su resistencia individual.

15.5 CIMENTACIONES

La cimentación de la estructura se realizará preferencialmente mediante hincado directo al terreno, sin aporte de material, hasta una profundidad suficiente para lograr la estabilidad y resistencia adecuadas, incluyendo hormigonado en los casos que se consideren necesarios según el estudio geotécnico. El estudio geotécnico del terreno y los ensayos de tracción y empujes laterales determinarán la profundidad necesaria. Estas pruebas se realizarán a lo largo de todo el terreno ocupado por el campo fotovoltaico para tener en cuenta la variabilidad en las características del terreno. No obstante, podría ser necesario el hormigonado de los postes en aquellos casos en que se produzca rechazo o se prevean zonas de extrema dureza del terreno, cuyos resultados dependerán del estudio geotécnico del mismo.

Los inversores y transformadores irán apoyados sobre una solera de hormigón armado con malla de acero.

La cimentación de las cajas seccionadoras se realizará sobre zapata de hormigón armado.

Los cuadros de servicios auxiliares serán instalados sobre perfiles en la propia plataforma metálica por lo que no requerirán cimentación.

La cimentación del edificio de control y almacén: se realizará con cimentación superficial mediante zapatas arriostradas de hormigón armado o mediante vigas de hormigón armado 40x40 mm longitudinales.

15.6 VALLADO PERIMETRAL

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0066330

VISADO

01. MEMORIA

Todo el recinto de la instalación estará protegido por un cerramiento cinegético realizado con malla anudada de alambre galvanizado. La separación entre los hilos verticales de la malla anudada será de 15 cm, y la distancia entre los horizontales aumentará progresivamente, desde 5-15 cm en la parte inferior, hasta 15-20 cm en la superior. Se mantendrá una distancia mínima al suelo de 20 cm. Deberá carecer de elementos cortantes o punzantes y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras. La altura mínima del vallado será de 2,0 m.

Está prevista la instalación de señalización mediante placas rectangulares de un material plástico fabricado en poliestireno, de color blanco y dimensiones aproximadas de 30 x 15 cm. Se colocarán a distintas alturas cada 2 metros.

Los postes serán de tubo de acero galvanizado en caliente, anclados al terreno mediante zapatas aisladas de dimensiones 30 x 30 x 40 cm y estarán colocados a una distancia máxima de 3 metros uno de otro.

Las puertas de acceso, como parte del cerramiento perimetral, cumplirán las mismas características de altura. Se instalará una puerta principal motorizada que incluirá una puerta de acceso para peatones.

15.7 SISTEMA DE DRENAJE

Consistirá en varias cunetas, rebajes de caminos y pasos por vallado localizados a lo largo de toda la planta.

Las cunetas estarán constituidas por canales con forma triangular, rectangular o trapezoidal y construidas a través de la excavación del terreno, preferentemente mediante medios mecánicos. La pendiente de las cunetas será tal que ayude a fluir a la corriente de agua. En general, las cunetas se construirán paralelas a los caminos internos.

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo. Se trataría de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas. En cualquier caso, no se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existente, y se mantendrá un retranqueo mínimo de 15 m a cada lado.

Para los cruces del cauce existente con los viales interiores y las conducciones eléctricas se utilizará el sistema indicado en el Plano de detalle de zanjas (Cruces).

15.8 EDIFICIOS O&M



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
006630

VISADO

01. MEMORIA

En la planta fotovoltaica está previsto un edificio para el personal de Operación y Mantenimiento (O&M) que incluirá:

- Oficina para 2 puestos de trabajo.
- Un almacén.
- Centro de control (SCADA).
- Sala de vigilancia.

El edificio se situará en el acceso a la planta, estando adjunto al mismo el almacén.

15.8.1 EDIFICIO DE CONTROL

El edificio se situará en el acceso a la planta y tendrá una superficie útil de 155 m². Su altura máxima será de 4,5 m, de una sola planta. Contará con al menos dos puestos de trabajo, zona de vestuarios, comedor y área reservada para servidores de sistema de seguridad y video vigilancia.

15.8.2 ALMACÉN

El almacén adjunto tendrá una superficie útil de 205 m², contará con al menos un puesto de trabajo, zona de almacenaje, cuarto de basuras y desecho de materiales. Estará ubicada junto a la sala de control.

La ubicación del edificio de control y del almacén deberá elegirse convenientemente siguiendo diferentes criterios como son facilidad de acceso, mínima distancia de cableados, máxima visibilidad de la instalación, etc.

Teniendo en cuenta que, según el diseño propuesto, la planta podrá estar dividida en diferentes parcelas, se deberá tener en cuenta este aspecto además de los anteriores. En este sentido, lo más recomendable es ubicar, tanto el edificio de control como el almacén, en la misma parcela en la que se sitúe la subestación de salida y conexión a red. Así, una vez se acuerden las condiciones para dicha conexión y se decida la ubicación, se recomienda estudiar la mejor ubicación posible para las dos instalaciones en esa misma parcela.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO


PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA FV MÁSTIL SOLAR
100,00 MWp / 95,00 MW instalados
T.M. CAMPO REAL, PERALES DE TAJUÑA Y
ARGANDA DEL REY
(MADRID – COMUNIDAD DE MADRID)



ANEXO IV
-
FICHAS TÉCNICAS

ÍNDICE

1	MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	3
2	ESTRUCTURA SOPORTE.....	6
3	INVERSOR.....	9
4	POWER BLOCK 2 INVERSORES.....	15
5	POWER BLOCK 1 INVERSOR	19
6	CABLES AT 30 kV.....	23
7	CABLES BT DC.....	27
8	CABLES BT DC-BUS.....	30
9	PARARRAYOS	33



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

1 MÓDULO FOTOVOLTAICO



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO



HiKu

SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE

425 W ~ 450 W

CS3W-425 | 430 | 435 | 440 | 445 | 450MS



MORE POWER



26 % more power than
conventional modules



Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 2.7 % lower system cost



Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low temperature coefficient (Pmax):
-0.36 % / °C



Better shading tolerance

MORE RELIABLE



Lower internal current,
lower hot spot temperature



Cell crack risk limited in small region,
enhance the module reliability



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 3600 Pa*



linear power output warranty*



enhanced product warranty on materials
and workmanship*

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE (Expected in December, 2019)

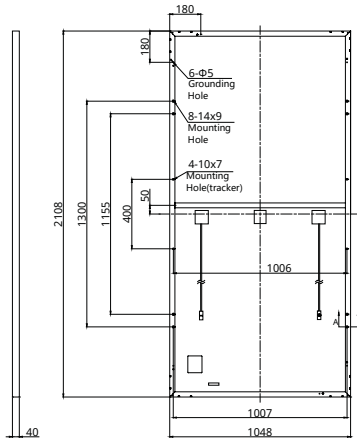
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 36 GW deployed around the world since 2001.

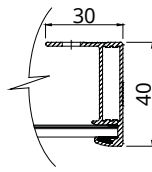
* For detail information, please refer to Installation Manual.

ENGINEERING DRAWING (mm)

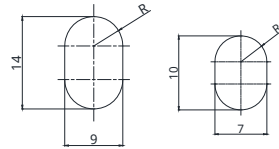
Rear View



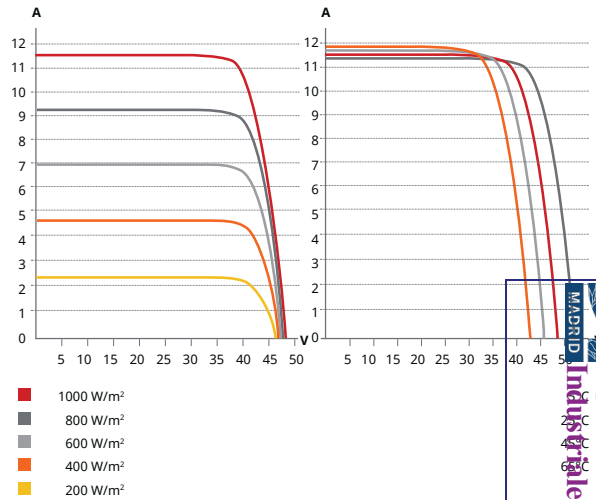
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS3W-435MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3W	425MS	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS
Nominal Max. Power (Pmax)	425 W	430 W	435 W	440 W	445 W	450 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	39.5 V	39.7 V	39.9 V	40.1 V	40.3 V	40.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.76 A	10.84 A	10.91 A	10.98 A	11.05 A	11.12 A
Open Circuit Voltage (Voc)	47.7 V	47.9 V	48.1 V	48.3 V	48.5 V	48.7 V
Short Circuit Current (Isc)	11.37 A	11.42 A	11.47 A	11.53 A	11.59 A	11.65 A
Module Efficiency	19.24%	19.46%	19.69%	19.92%	20.14%	20.37%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	20 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 5 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3W	425MS	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS
Nominal Max. Power (Pmax)	316 W	320 W	324 W	328 W	331 W	335 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.8 V	36.9 V	37.1 V	37.3 V	37.5 V	37.7 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.60 A	8.67 A	8.73 A	8.79 A	8.84 A	8.89 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.7 V	44.9 V	45.1 V	45.3 V	45.5 V	45.6 V
Short Circuit Current (Isc)	9.17 A	9.21 A	9.25 A	9.30 A	9.35 A	9.40 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

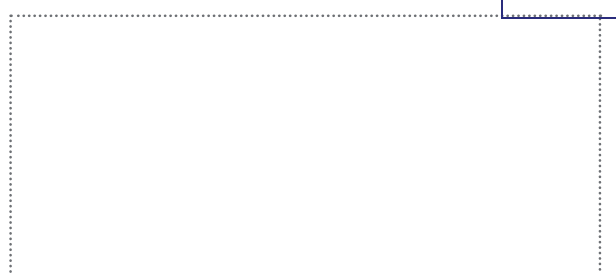
Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.36 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

2 ESTRUCTURA SOPORTE



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

KEY DESIGN CRITERIA

- Motor-per-row Architecture
- Smart Component Criteria
- Conservative Engineering
- Steadier Uptime
- Industrial Controller
- No Maintenance Bearings
- Practical Panel Attachment
- Backtracking

VALUE-ADDED BENEFITS

- Optimized structural and electro-mechanical design
- Adapted to exceed local building codes
- High constructability and rapid installation
- Robust structure with 25-year design life
- Astronomical tracking algorithm with backtracking and storm alarm system
- Easy to operate
- Very low maintenance
- Quality, off-the-shelf components
- Integrates with most SCADAs for remote control
- Optimizes solar electricity generation without compromising O&M

INNOVATIVE SOLAR TRACKING SOLUTIONS

PVH is a provider of innovative solar tracking solutions for the global utility-scale solar market. PVH's product lines are designed and engineered by leading industry professionals to deliver the lowest total cost of installation while providing unparalleled customer service and support during all phases of the project.

GLOBAL INSTALLATION BASE

PVH boasts an established international base of installations, earning a successful track record in many of today's leading solar markets. Since 2011 PVH has designed and delivered single-axis trackers in multiple markets worldwide, earning the experience necessary to successfully manage solar tracker installations of any capacity, at any location.

PVH's supply of over 1500MWp+ of optimized solar solutions ensures that your project truly is in the best hands.



Parque Omega, Edificio A
Avda. Barajas 32
28108 Alcobendas, Madrid (Spain)
(+34) 918 310 013 · contact@pvhardware.es



MONOLINE

SINGLE AXIS
TRACKER

ML2V-60, ML2V-60B & ML3H-90 versions



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

With its motor-per-row architecture, the Monoline is especially suited for hilly terrain and irregular shaped plots, as well as those with obstacles present. Also with only seven foundations per tracker, provides the EPC with a quicker and less expensive installation. Bolted structural connections provide generous construction tolerances while also eliminating field welding.

Direct module attachment to rigid steel panel rails eliminate vibratory and thermal expansion and over-torquing risks associated with aluminum sandwich clamps.



PVH
P. 0111 E. 013556

PANEL RAILS

HDG Steel or Magnelis, apt for direct module attachment and grounding. Securely attaches panel rails to torque tube.

TORQUE TUBE

Splices made with easy-to-install bolt-on clamps eliminating field welding or time consuming tasks.

GEAR BOX

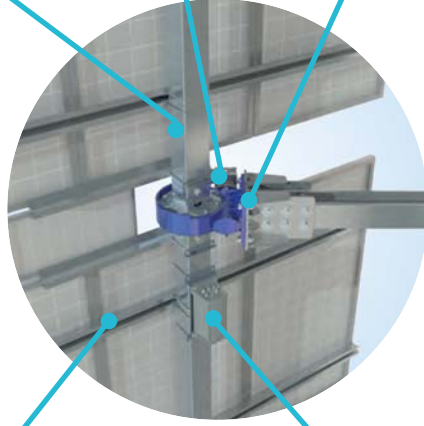
Transfers motive force from motor to slew drive/ 0.37, 0.55 or 0.75hp (depending on row length)

INCLINOMETER

Detects tilt angle of array

TRANSMISSION

Transfers motive force from gear box to torque tube



MONOLINE HORIZONTAL SINGLE AXIS TRACKER

In recent years, single-axis trackers have rapidly become the obvious choice for utility-scale PV projects worldwide. The design of PVH's market-tested tracker has been forged during years of experience in the global utility-scale PV market, incorporating over 6 years of lessons learned, earned from the perspectives of multiple stakeholders of such projects. The result is an investment-grade solar tracker that addresses the multiple needs of the Owner and EPC alike, driving down LCOE of solar PV energy.

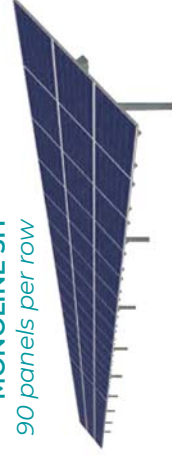
MONOLINE 2V BIFACIAL
60 panels per row



MONOLINE 2V
60 panels per row



MONOLINE 3H
90 panels per row



STRUCTURAL & MECHANICAL SPECIFICATIONS

Tracker Type	Horizontal Single-Axis
Rotational Range	+/-55o
Motor Type	DC Motor
Motors per MWp (355 Wp modules)	46.95 (Monoline2V 60), 31.3 (Monoline 3H)
Modules Supported	Virtually all commercially available modules (adaptable for thin film)
Grade Tolerances	N-S: 3% (8% optional) E-W: Unlimited
Module Configuration	Two modules in portrait / Three modules in landscape
Module Attachment	Direct mount to panel rail (configurable for clips)
Structural Materials	Hot-dipped Galvanized Steel per ASTM A123 or ISO 1461
Allowable Wind Load	Tailored to site specific conditions up to 120mph/193kph
Grounding System	Self-grounded via serrated fixation hardware
'Storm Alarm' Detection System for Sustained High Winds	Yes (from +/-55o to stow, in about 5 minutes)
Wind Speed Sensors	3-cup anemometer
Solar Tracking Method	Astronomical algorithm
Controller Electronics	Central control unit manages up to 200 trackers through serial (rs485) or wireless communication
SCADA Interface	Modbus TCP
Nighttime Stow	Yes (configurable)
Backtracking	Yes
In-field Fabrication Required	No
On-site Training and Commissioning	Yes, included in tracker supply
Standard Warranties	Structure: 10 years Electromechanical components: 3 years
Certifications	USA: UL508 ASCE 7-10, UL3703 includes UL2703 Europe: CE, IEC TS6727
Structural Adaptation to Local Codes & Requirements	Verified by third-party structural engineers

3 INVERSOR



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

SUNNY CENTRAL

2200 / 2475 / 2500-EV / 2750-EV / 3000-EV



SC-2200-10 / SC-2475-10 / SC-2500-EV-10 / SC-2750-EV-10 / SC-3000-EV-10



Opcionalmente con
'DC coupling ready'
para baterías

Plena potencia
hasta los 35 °C

Eficiente

- Transporte de hasta 4 inversores en el contenedor de flete marítimo estándar
- Posibilidad de sobredimensionado de hasta 225 %
- Plena potencia a temperaturas ambiente de hasta 35 °C

Resistente

- Sistema de refrigeración de aire inteligente OptiCool para una refrigeración eficiente
- Apto para exteriores, para el uso en cualquier parte del mundo y para todas las condiciones ambientales y climáticas

Flexible

- Conformidad con todos los requisitos de red conocidos en todo el mundo
- Modo Statcom nocturno
- Disponible como equipo individual o solución llave en mano, incluido el bloque de media tensión

Cómodo

- Área de conexión de CC mejorada
- Área de conexión para los equipos del cliente
- Soporte de tensión integrado para equipos consumidores internos y externos

SUNNY CENTRAL 2200 / 2475 / 2500-EV / 2750-EV / 3000-EV

El nuevo Sunny Central: más potencia por metro cúbico

Con una potencia de hasta 3000 kVA en tensiones de sistema de CC de 1100 V o 1500 V, el inversor central de SMA permite una planificación más eficiente de la planta y una reducción de los costes específicos en centrales fotovoltaicas. Dispone de un suministro de tensión separado y espacio adicional para instalar los equipos del cliente. Verdadera tecnología de 1500 V y el sistema de refrigeración inteligente OptiCool aseguran un funcionamiento libre de fallos incluso con temperaturas ambiente extremas y una larga vida útil de 25 años.

COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE MADRID

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MICHAEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº
0026330

VISADO

SUNNY CENTRAL 1500 V

Datos técnicos	Sunny Central 2500-EV	Sunny Central 2750-EV	Sunny Central 3000-EV
Entrada (CC)			
Rango de tensión del MPP V_{CC} (a 25 °C / a 35 °C / a 50 °C)	850 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V	875 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V	956 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V
Tensión de entrada mín. $V_{CC, \text{mín.}}$ / tensión de arranque $V_{CC, \text{arranque}}$	778 V / 928 V	849 V / 999 V	927 V / 1077 V
Tensión de entrada máx. $V_{CC, \text{máx.}}$	1500 V	1500 V	1500 V
Corriente de entrada máx. $I_{CC, \text{máx.}}$ (a 35 °C / a 50 °C)	3200 A / 2956 A	3200 A / 2956 A	3200 A / 2970 A
Corriente de cortocircuito máx.	6400 A	6400 A	6400 A
Número de entradas de CC	24 protegidos por dos polos (32 protegidos por un polo) para entradas fotovoltaicas		
Número de entradas de CC con la opción de acoplamiento de CC para baterías	18 protegidos por dos polos (32 protegidos por un polo) para entradas fotovoltaicas y 6 protegidos por dos polos para baterías		
Número máx. de cables de CC por entrada de CC (para cada polaridad)	2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm²		
Monitorización de zona integrada	○		
Tamaños de fusible de CC disponibles (por entrada)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A		
Salida (CA)			
Potencia nominal de CA con $\cos \varphi = 1$ (a 35°C / a 50°C)	2500 kVA / 2250 kVA	2750 kVA / 2500 kVA	3000 kVA / 2700 kVA
Potencia nominal de CA con $\cos \varphi = 0,8$ (a 35°C / a 50°C)	2000 kW / 1880 kW	2200 kW / 2000 kW	2400 kW / 2160 kW
Corriente nominal de CA $I_{CA, \text{nom}} =$ Corriente máx. de salida $I_{CA, \text{máx.}}$	2624 A	2646 A	2646 A
Coefficiente de distorsión máx.	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal
Tensión nominal de CA/rango de tensión nominal de CA ^{1) 8)}	550 V / 440 V a 660 V	600 V / 480 V a 690 V	655 V / 524 V a 721 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/47 Hz a 53 Hz 60 Hz/57 Hz a 63 Hz		
Relación mín. de cortocircuito en los bornes de CA ¹⁰⁾	> 2		
Factor de potencia a potencia asignada/factor de desfase ajustable ^{8) 11)}	● 1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo ○ 1 / 0,0 inductivo a 0,0 capacitivo		
Rendimiento			
Rendimiento máx. ²⁾ /rendimiento europeo ²⁾ /rendimiento californiano ³⁾	98,6 % / 98,3 % / 98,0 %	98,7 % / 98,5 % / 98,5 %	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %
Dispositivos de protección			
Punto de desconexión en el lado de entrada	Interruptor-seccionador de CC		
Punto de desconexión en el lado de salida	Interruptor de potencia de CA		
Protección contra sobretensión de CC	Descargador de sobretensión, tipo I		
Protección contra sobretensión de CA (opcional)	Descargador de sobretensión, clase I		
Protección contra rayos (según IEC 62305-1)	Tipo de protección contra rayos III		
Monitorización de fallo a tierra/de fallo a tierra por control remoto	○ / ○		
Monitorización de aislamiento	○		
Tipo de protección: electrónica/conducto de aire/área de conexión (según IEC 60529)	IP65 / IP34 / IP34		
Datos generales			
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	2780 / 2318 / 1588 mm (109,4 / 91,3 / 62,5 in)		
Peso	< 3400 kg / < 7496 lb		
Autoconsumo (máx. ⁴⁾ / carga parcial ⁵⁾ / promedio ⁶⁾	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W		
Autoconsumo (en espera)	< 370 W		
Alimentación auxiliar interna	Transformador integrado de 8,4 kVA		
Rango de temperatura de servicio ⁸⁾	-25 °C a 60 °C / -13 °F a 140 °F		
Emisiones de ruido ⁷⁾	67,8 dB(A)		
Rango de temperatura (en espera)	-40 °C a 60 °C / -40 °F a 140 °F		
Rango de temperatura (almacenamiento)	-40 °C a 70 °C / -40 °F a 158 °F		
Valor máximo permitido para la humedad relativa (con condensación/sin cond.)	95 % a 100 % (2 meses/año) / 0 % a 95 %		
Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar ⁹⁾ 1000 m / 2000 m / 3000 m	● / ○ / ○ (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)		
Consumo de aire fresco	6500 m³/h		
Equipamiento			
Conexión de CC	Terminal de cable en cada entrada (sin fusible)		
Conexión de CA	Con sistema de barra (tres barras colectoras, una por cada conductor de fase)		
Comunicación	Ethernet, maestro Modbus, esclavo Modbus		
Comunicación del SMA String-Monitor (medio de transmisión)	Modbus TCP / ethernet (fibra óptica MM, Cat-5)		
Color de la carcasa/del techo	RAL 9016 / RAL 7004		
Transformador de alimentación para equipos consumidores externos	○ (2,5 kVA)		
Cumple con las normas y directivas	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, BDEW-MSRL, IEEE1547, Arrêté du 23/04/08		
Normas CEM	CISPR 11, CISPR 22, EN55011:2017, EN 55022, IEC/EN 61000-6-4, IEC/EN 61000-6-2, IEC 62920, FCC Parte 15 Clase A	CISPR 11, CISPR 22, EN55011:2017, EN 55022, IEC 62920, FCC Parte 15 Clase A	
Cumple con las normas y directivas de calidad	VDI/VDE 2862 página 2, DIN EN ISO 9001		
● De serie ○ Opcional			
Modelo comercial	SC-2500-EV-10	SC-2750-EV-10	SC-3000-EV-10

Industriales de Madrid

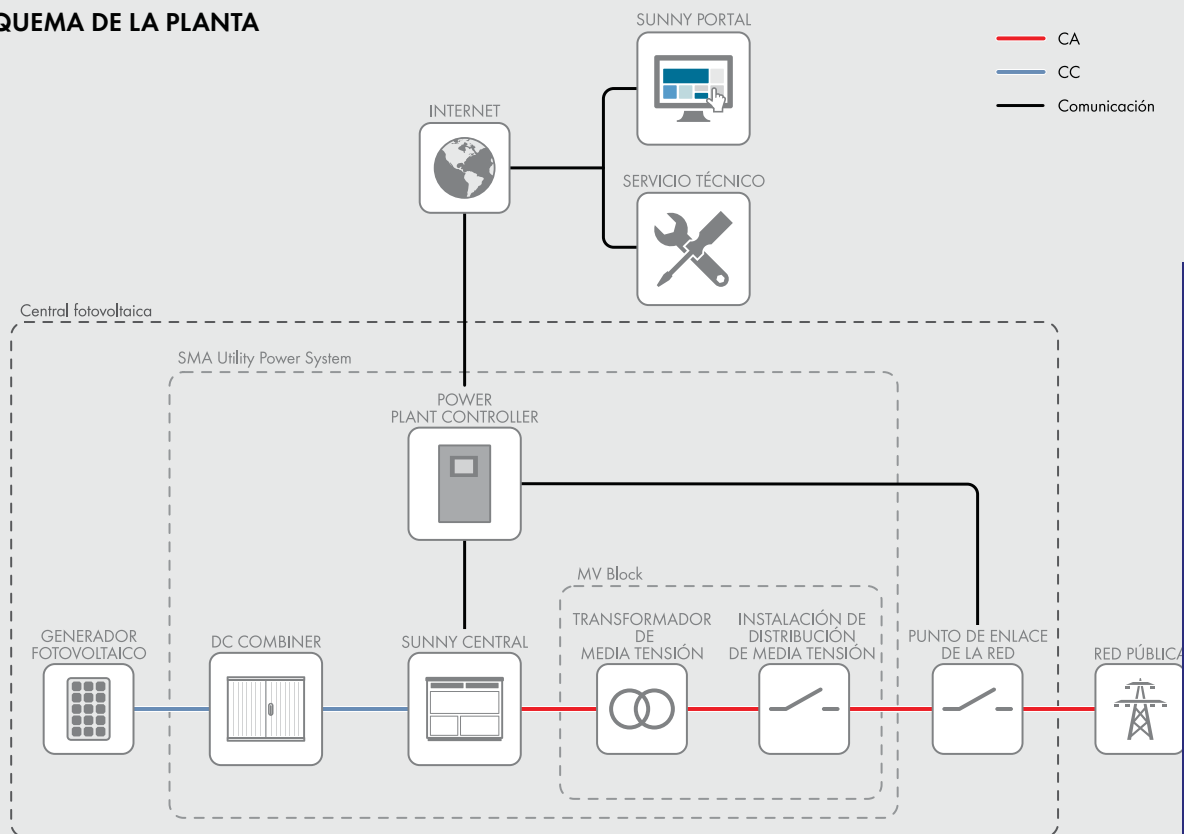
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 0026530

E938A

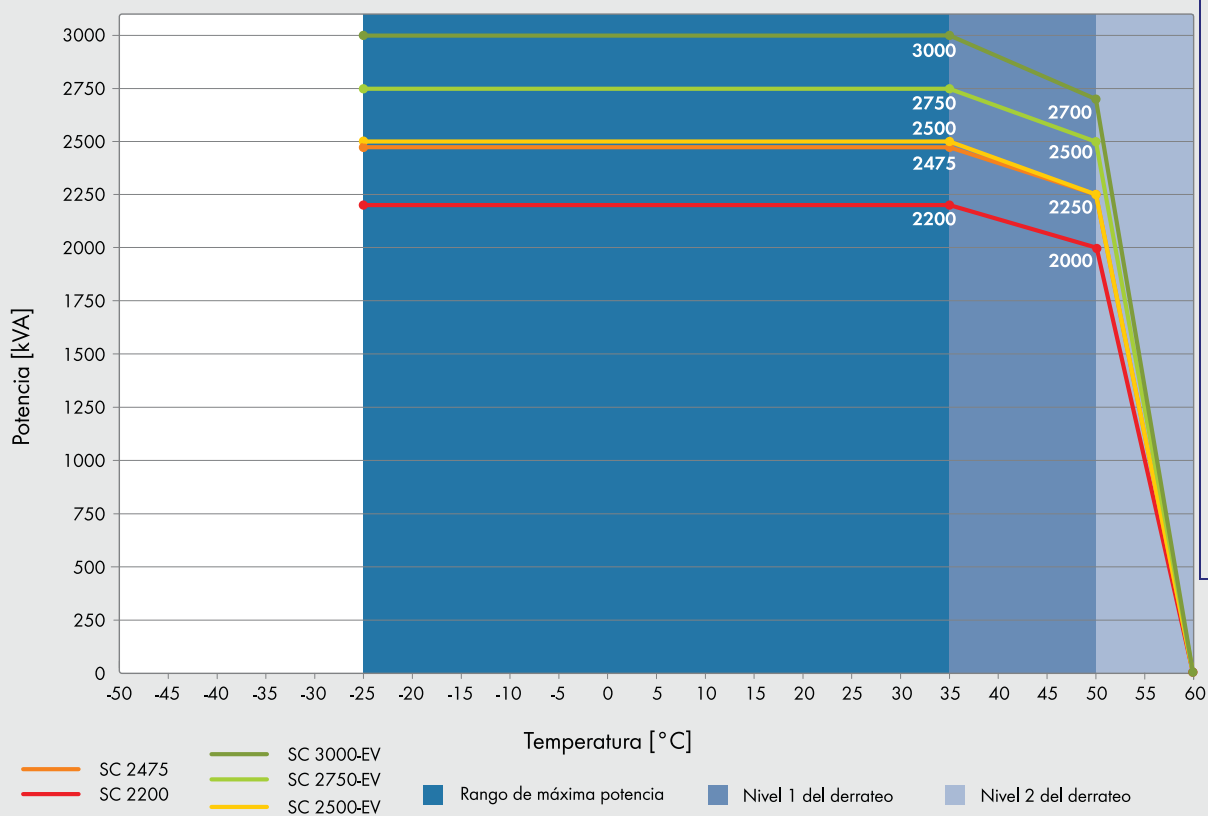
- 1) La potencia nominal CA se reduce con el mismo ratio que la tensión nominal CA
- 2) Rendimiento medido sin autoalimentación
- 3) Rendimiento medido con autoalimentación
- 4) Autoconsumo en funcionamiento nominal
- 5) Autoconsumo con < 75 % Pn a 25 °C
- 6) Autoconsumo promediado desde el 5 % hasta el 100 % Pn a 35 °C
- 7) Nivel de presión sonora a 10 m de distancia

- 8) Los valores se aplican solo a inversores. Los valores admisibles de soluciones de media tensión de SMA se especifican en las fichas de datos correspondientes.
- 9) Rango de tensión de CA solo se puede ampliar para redes de 50 Hz / 753 V (la opción "Autoalimentación: externa" deberá seleccionarse, la opción "Alimentación adicional externa" no se puede combinar).
- 10) Una relación cortocircuito < 2 tiene que ser autorizada aparte de SMA
- 11) Según la tensión de entrada

ESQUEMA DE LA PLANTA



COMPORTAMIENTO TÉRMICO (CON $\cos \varphi = 1$)



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 0026330

VISADO



Certificado de conformidad

Solicitante: SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Alemania

Producto: Inversor fotovoltaico

Modelo: SC 3000-EV-10
SC-2750-EV-10
SC-2500-EV-10
SC 2475-10
SC-2200-10

Uso reglamentario:

Los inversores listados previamente son trifásicos y disponen de un dispositivo de desconexión / conexión automática controlado por software, de acuerdo con la normativa que se detalla a continuación. El usuario tendrá acceso al software de ajustes.

Cumplimiento de las reglas y normativas:

UNE 206007-1:2013 IN

Requisitos de conexión a la red eléctrica Parte 1: Inversores para conexión a la red de distribución

IEC 62109-2:2011

Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos particulares para inversores.

IEC 62116:2014

Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.

DIN V VDE V 0126-1-1:2006 (Seguridad culpa individual)

Dispositivo de desconexión automática entre un generador y la red pública de baja tensión

RD 661:2007

Por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial

Nota:

Los inversores disponen de una protección anti-isla según la IEC 62116, que no ha sido ensayada de acuerdo a la UNE debido a falta de capacidad en el laboratorio de ensayos. En cualquier caso, para instalaciones a partir de 5 MW es necesario la implementación de un teledisparo siendo innecesario por tanto una protección anti-isla.

El concepto de seguridad de un producto representativo de los mencionados arriba, corresponde, en el momento de la emisión de este certificado, a las especificaciones válidas de seguridad para el empleo especificado conforme a la normativa vigente.

Número de informe: 15TH0407-UNE206007-1_0

Número de certificado: U18-0573

Fecha: 2018-10-19

Organismo de certificación



Holger Schaffer

Organismo de certificación de Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Acreditado con arreglo a la normativa europea DIN EN ISO/IEC 17065



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-ZE-12024-01-00

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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372
E-8A
LOS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0626330

VISADO



Declaración de conformidad con el R.D. 661:2007

- STP 15000TL-30, STP 20000TL-30, STP 25000TL-30
- STP 50-40
- STP 60-10, STPS 60-10, SHP 75-10
- SHP 150-20, SHP 100-20
- SC 500CP XT, SC 630CP XT, SC 720CP XT, SC 760CP XT, SC 800CP XT, SC 850CP XT, SC 900CP XT, SC 1000CP XT
- SC2200, SC2500-EV, SC2750-EV, SC 3000-EV

Los inversores de SMA listados previamente cumplen con lo especificado en el R.D. 661:2007 con las siguientes características:

1. La desconexión y conexión del inversor del/al punto de inyección se llevará a cabo por medio de protecciones intermedias controladas por software

- Inicialá una desconexión cuando los parámetros de red se encuentren fuera de los siguientes límites, siempre y cuando el inversor haya sido correctamente configurado:

Parámetro	V_{max}	V_{min}	f_{max}	f_{min}
Umbral	$1,1 \times V_n$	$0,85 \times V_n$	51 Hz	48 Hz *
Tiempo de actuación	500 ms	500 ms	> 100 ms	> 3 s

* Para instalaciones en los SEIE, $f_{min} = 47,5$ Hz

- Inicialá una (re-)conexión automática a la red en 180 s. cuando tensión y frecuencia se encuentran dentro de los límites establecidos.
 - Dispone de una protección anti-isla activa que actúa, de acuerdo con la norma UNE EN 62116, aún en el caso de que haya otros inversores conectados en paralelo, siempre y cuando haya sido correctamente configurada.
 - Siempre que exista potencia disponible en continua (radiación solar suficiente), el inversor se conectará a la red sincronizándose con la misma en tensión ($\pm 8\%$), en frecuencia ($\pm 0,1$ Hz) y en fase ($\pm 10^\circ$).
 - El usuario final no tendrá acceso al software de ajustes.
2. La inyección de corriente continua del inversor en la salida de corriente alterna es inferior al 0,5 % de la corriente nominal CA del inversor en condiciones normales. Su medición se realizó tal y como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en Baja Tensión" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
 3. Todos los inversores son trifásicos.
 4. Cumplen lo especificado en la Declaración de Conformidad de la CE, véase adjunto.
 5. Los inversores a continuación fueron suministrados de acuerdo a lo especificado anteriormente:

Modelo	P_{max} (VA)	P_{nom} (W)	N° de serie

Niestetal, 26.08.2019

SMA Solar Technology AG

i.v. Sven Bremicker

ppa. Sven Bremicker

EVP Development Center

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERRÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

4 POWER BLOCK 2 INVERSORES



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

MV POWER STATION

4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000



MVPS 4400-20 / MVPS 4950-20 / MVPS 5000-20 / MVPS 5500-20 / MVPS 6000-20



Resistente

- La estación y todos sus componentes han sido sometidos a ensayos particulares
- Ideal para condiciones ambientales extremas

Cómoda

- Sistema plug & play
- Salas de distribución transitables
- Completamente premontada para colocar y poner en marcha de manera sencilla

Económica

- Un menor esfuerzo de coordinación para la planificación y colocación
- Bajos gastos de transporte gracias a un contenedor de 40 pies

Flexible

- Solución global para mercados internacionales
- Múltiples opciones
- Compatible con MVPS 2200 – MVPS 3000

MV POWER STATION 4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000

Solución llave en mano para centrales fotovoltaicas

Con la potencia doble de los nuevos y resistentes inversores centrales Sunny Central y Sunny Central Storage y los componentes de media tensión perfectamente coordinados, la nueva MV Power Station ofrece una densidad de potencia aún mayor y puede entregarse como sistema llave en mano en cualquier parte del mundo. La solución integrada en un contenedor de 40 pies, ideal para el uso en centrales fotovoltaicas de nueva generación de 1500 V_{CC}, destaca por su rápido montaje y rápida puesta en marcha, así como su transporte sencillo y económico. Tanto la MVPS como el resto de los componentes han sido sometidos a ensayos particulares. La MV Power Station garantiza una máxima seguridad de la planta con un rendimiento energético máximo y un mínimo riesgo comercial.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

MV POWER STATION

4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000

Datos técnicos	MV Power Station 4400
Entrada (CC)	
Inversores seleccionables	2 x SC 2200 o 2 x SCS 2200
Tensión de entrada máx.	1100 V
Corriente máx. de entrada	2 x 3960 A
Número de entradas de CC	2 x 24 protegidos por dos polos (2 x 32 protegidos por un polo)
Monitorización de zona integrada	○
Tamaños de fusible disponibles (por entrada)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
Salida (CA) del lado de media tensión	
Potencia estándar a 1000 m y con $\cos \varphi = 1$ (a -25 °C a 35 °C / 40 °C / 45 °C) ¹⁾	4400 kVA / 4000 kVA / 0 kVA
Potencia opcional a 1000 m y con $\cos \varphi = 1$ (a -25 °C a 35 °C / a 50 °C / a 55 °C) ¹⁾	4400 kVA / 4000 kVA / 0 kVA
Tensiones nominales de CA típicas	11 kV hasta 35 kV
Frecuencia de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Grupo de conexión del transformador Dy11y11/YNd11d11	● / ○
Sistema de refrigeración de transformador ONAF ²⁾ / KNAF ²⁾	● / ○
Corriente máx. de salida a 33 kV	78 A
Pérdidas en vacío del transformador: estándar / diseño ecológico de 33 kV	2,8 kW / 3,9 kW
Pérdidas en cortocircuito del transformador: estándar / diseño ecológico de 33 kV	37,5 kW / 37,5 kW
Coefficiente de distorsión máx.	< 3 %
Inyección de potencia reactiva	○ al 60 % de potencia de CA
Factor de potencia a potencia asignada / Factor de desfase ajustable	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
Rendimiento del inversor	
Rendimiento máximo ³⁾	98,6 %
Europeo Rendimiento ³⁾	98,4 %
Rendimiento californiano ⁴⁾	98,0 %
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	Interruptor-seccionador de CC
Punto de desconexión en el lado de salida	Interruptor de potencia en vacío de media tensión
Protección contra sobretensión de CC	Descargador de sobretensión del tipo I
Separación galvánica	●
Resistencia a arcos voltaicos, sala de distribución de media tensión (según IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s
Datos generales	
Dimensiones del contenedor ISO High Cube de 40 pies (ancho x alto x fondo) ⁵⁾	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm
Peso	< 26 t
Autoconsumo (máx. / carga parcial / promedio) ¹⁾	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW
Autoconsumo (en espera) ¹⁾	< 600 W
Tipo de protección según IEC 60529	Sala de distribución IP23D, la electrónica del inversor IP65
Entorno: estándar / activo químicamente / para zonas con polvo	● / ○ / ○
Tipo de protección según IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○ / ○
Valor máximo permitido para la humedad relativa del aire	15 % a 95 %
Máx. altura de operación sobre el nivel del mar 1000 m / 2000 m / 3000 m / 4000 m	● / ○ / ○ / ○ (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)
Consumo de aire fresco y transformador	20000 m³/h
Equipamiento	
Conexión de CC	Terminales de cable
Conexión de CA	Conector acodado de cono exterior
Conmutador graduado para el transformador MV: sin / con	● / ○
Devanado blindado para el transformador MV: sin / con	● / ○
Paquete de comunicación	○
Color de la carcasa de la estación	RAL 7004
Transformador para autoconsumo y equipos consumidores externos: sin / 30 kVA / 40 kVA / 50 kVA / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○
Instalación de distribución de media tensión: sin / 2 celdas / 3 celdas	● / ○ / ○
Una o dos celdas de cables con interruptor-seccionador, una celda del transformador con interruptor automático, resistencia a arcos voltaicos IAC A FL 20 kA 1 s según IEC 62271-200	
Accesorios de la instalación de distribución de media tensión: sin / contactos auxiliares / motor para la celda del transformador / conexión en cascada / monitorización	● / ○ / ○ / ○ / ○
Depósito de aceite: sin / con (integrado)	● / ○
Estándares (otros estándares consulte la ficha de datos del inversor)	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC – certificado, EN 50588-1
● De serie ○ Opcional – No disponible	
Modelo comercial	MVPS-4400-20



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

- 1) Datos referentes al inversor
- 2) ONAF = Refrigeración mediante circulación natural del aceite y circulación forzada de aire; KNAF = Refrigeración mediante circulación del aceite orgánico y circulación forzada de aire
- 3) Rendimiento medido en el inversor sin autoalimentación
- 4) Rendimiento medido en el inversor con autoalimentación
- 5) Dimensiones de transporte

MV Power Station 4950	MV Power Station 5000	MV Power Station 5500	MV Power Station 6000
2 x SC 2475 o 2 x SCS 2475	2 x SC 2500-EV o 2 x SCS 2500-EV	2 x SC 2750-EV o 2 x SCS 2750-EV	2 x SC 3000-EV o 2 x SCS 3000-EV
1100 V	1500 V	1500 V	1500 V
2 x 3960 A	2 x 3200 A	2 x 3200 A	2 x 3200 A
o	2 x 24 protegidos por dos polos (2 x 32 protegidos por un polo)	o	o
	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A		
4950 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5000 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5500 kVA / 5000 kVA / 0 kVA	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
4950 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5000 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5500 kVA / 5000 kVA / 0 kVA	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / o	● / o	● / o	● / o
● / o	● / o	● / o	● / o
87 A	88 A	97 A	105 A
3,1 kW / 4,0 kW	3,1 kW / 4,0 kW	3,1 kW / 4,0 kW	3,2 kW / 4,5 kW
37,5 kW / 37,5 kW	37,5 kW / 37,5 kW	40,0 kW / 40,0 kW	45,5 kW / 45,5 kW
< 3 %	< 3 %	< 3 %	< 3 %
o al 60 % de potencia de CA	o al 60 % de potencia de CA	o al 60 % de potencia de CA	o al 60 % de potencia de CA
1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
98,6 %	98,6 %	98,7 %	98,8 %
98,4 %	98,3 %	98,6 %	98,6 %
98,0 %	98,0 %	98,5 %	98,5 %
Interrupción-seccionador de CC			
Interrupción de potencia en vacío de media tensión			
Descargador de sobretensión del tipo I			
●			
IAC A 20 kA 1 s			
12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm
< 26 t	< 26 t	< 26 t	< 26 t
< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW
< 600 W	< 740 W	< 740 W	< 740 W
● / o / o	Sala de distribución IP23D, la electrónica del inversor IP65	● / o / o	● / o / o
● / o / o	● / o / o	● / o / o	● / o / o
15 % a 95 %	15 % a 95 %	15 % a 95 %	15 % a 95 %
● / o / o / o (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)	● / o / o (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)		
20000 m³/h	20000 m³/h	20000 m³/h	20000 m³/h
Terminales de cable	Terminales de cable	Terminales de cable	Terminales de cable
Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior
● / o	● / o	● / o	● / o
● / o	● / o	● / o	● / o
o	o	o	o
RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004
● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o
● / o / o	● / o / o	● / o / o	● / o / o
● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o
● / o	● / o	● / o	● / o
IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC - certificado, EN 50588-1			
MVPS-4950-20	MVPS-5000-20	MVPS-5500-20	MVPS-6000-20



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-00263303

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colgado nº E938A

VISADO

5 POWER BLOCK 1 INVERSOR



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

MV POWER STATION

2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000



MVPS 2200-20 / MVPS 2475-20 / MVPS 2500-20 / MVPS 2750-20 / MVPS 3000-20



Robust

- Station and all individual components type-tested
- Optimally suited to extreme ambient conditions

Easy to Use

- Plug and play concept
- Walk-in control rooms
- Completely pre-assembled for easy set-up and commissioning

Cost-Effective

- Easy planning and installation
- Low transport costs due to 20-foot container


Flexible

- Global solution for international markets
- Numerous options
- Compatible with MVPS 4400 – MVPS 6000

MV POWER STATION 2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000

Turnkey Solution for PV Power Plants

With the power of the new robust central inverters, the Sunny Central or Sunny Central Storage, and with perfectly adapted medium-voltage components, the new MV Power Station offers even more power density and is a turnkey solution available worldwide. The solution is the ideal choice for new generation PV power plants operating at 1500 V_{DC}. Delivered pre-configured in a 20-foot container, the solution is easy to transport and quick to assemble and commission. The MVPS and all components are type-tested. The MV Power Station combines rigorous plant safety with maximum energy yield and minimized deployment and operating risk.


Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938/A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

MV POWER STATION

2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000

Technical Data	MV Power Station 2200
Input (DC)	
Available inverters	1 x SC 2200 or 1 x SCS 2200
Max. input voltage	1100 V
Max. input current	3960 A
Number of DC inputs	24 double pole fused (32 single pole fused)
Integrated zone monitoring	○
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
Output (AC) on the medium-voltage side	
Standard power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at 35°C / at 40°C / at 45°C) ¹⁾	2200 kVA / 2000 kVA / 0 kVA
Optionale power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at 35°C / at 50°C / at 55°C) ¹⁾	2200 kVA / 2000 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	6.6 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11	● / ○
Transformer cooling methods ONAN ²⁾ / KNAN ²⁾	● / ○
Max. output current at 33 kV	39 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign ³⁾	● / ○
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign ³⁾	● / ○
Max. total harmonic distortion	< 3%
Reactive power feed-in	○ up to 60% of AC power
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
Inverter efficiency	
Max. efficiency	98.6%
European efficiency	98.4%
CEC weighted efficiency ⁴⁾	98.0%
Protective devices	
Input-side disconnection point	DC load-break switch
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker
DC overvoltage protection	Surge arrester type I
Galvanic isolation	●
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s
General Data	
Dimensions of the 20-foot ISO container (W / H / D) ⁵⁾	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m
Weight	< 16 t
Self-consumption (max. / partial load / average) ¹⁾	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
Self-consumption (stand-by) ¹⁾	< 300 W
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP65
Environment: standard / chemically active / dusty	● / ○ / ○
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○ / ○
Maximum permissible value for relative humidity	15% to 95%
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m / 3000 m / 4000	● / ○ / ○ / ○ (earlier temperature-dependent de-rating)
Fresh air consumption of inverter and transformer	6500 m³/h
Features	
DC terminal	Terminal lug
AC connection	Outer-cone angle plug
Tap changer for MV-transformer: without / with	● / ○
Shield winding for MV-Transformer: without / with	● / ○
Communication package	○
Station enclosure color	RAL 7004
Transformer for external loads: without / 20 kVA / 30 kVA	● / ○ / ○
Medium-voltage switchgear: without / 2 feeders / 3 feeders	● / ○ / ○
1 or 2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200	
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○
Oil containment	○
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076 , CSC certificate, EN 50588-1
● Standard features ○ Optional features – Not available	
Type designation	MVPS-2200-20



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

- 1) Data based on inverter
- 2) ONAN = Mineral oil with natural air cooling; KNAN = Organic oil with natural air cooling
- 3) Losses in accordance with the Ecodesign regulations, EN 50588-1
- 4) Efficiency measured at inverter with internal power supply
- 5) Transport dimensions

MV Power Station 2475	MV Power Station 2500	MV Power Station 2750	MV Power Station 3000
1 x SC 2475 or 1 x SCS 2475	1 x SC 2500-EV or 1 x SCS 2500-EV	1 x SC 2750-EV or 1 x SCS 2750-EV	1 x SC 3000-EV or 1 x SCS 3000-EV
1100 V	1500 V	1500 V	1500 V
3960 A	3200 A	3200 A	3200 A
24 double pole fused (32 single pole fused)			
○	○	○	○
200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A			
2475 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2500 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2750 kVA / 2500 kVA / 0 kVA	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
2475 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2500 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2750 kVA / 2500 kVA / 0 kVA	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
43 A	44 A	49 A	53 A
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
< 3%	< 3%	< 3%	< 3%
○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power
1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
98.6%	98.6%	98.7%	98.7%
98.4%	98.3%	98.6%	98.6%
98.0%	98.0%	98.5%	98.5%
DC load-break switch	DC load-break switch	DC load-break switch	DC load-break switch
Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker
Surge arrester type I	Surge arrester type I	Surge arrester type I	Surge arrester type I
●	●	●	●
IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s
6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m
< 16 t	< 16 t	< 16 t	< 16 t
< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
< 300 W	< 370 W	< 370 W	< 370 W
Control rooms IP23D, inverter electronics IP65			
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%
● / ○ / ○ / ○ (earlier temperature-dependent de-rating)	● / ○ / ○ / – (earlier temperature-dependent de-rating)		
6500 m³/h	6500 m³/h	6500 m³/h	6500 m³/h
Terminal lug	Terminal lug	Terminal lug	Terminal lug
Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
○	○	○	○
RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
○	○	○	○
IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076 , CSC certificate, EN 50588-1			
MVPS-2475-20	MVPS-2500-20	MVPS-2750-20	MVPS-3000-20



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colgado nº 0026330

VISADO

6 CABLES AT 30 kV



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 60754-1
 IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
 EN 60754-2
 IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



ALTA RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA



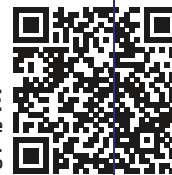
RESISTENCIA AL FRÍO



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



DESCÁRGATE
 la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003884



CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión a los golpes, al desgarrar, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

MAYOR INTENSIDAD ADMISIBLE Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento de HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

MENOR DIÁMETRO EXTERIOR Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menores peso y diámetro que redunda en un menor coste de la línea eléctrica.

FORMULACIÓN DE AISLAMIENTO PRYSMIAN Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

EXCELENTE COMPORTAMIENTO FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

NORMALIZADO POR IBERDROLA

- Temperatura de servicio: -25 °C, +105 °C,
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV), 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Fca**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 002638
 Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
VISADO

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.

Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228

Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa extrusionada de material conductor.

AISLAMIENTO

Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). **Espesor reducido.**

SEMICONDUCTORA EXTERNA

Capa extrusionada de material semiconductor **separable en frío.**

PANTALLA METÁLICA

Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm² (12/20 kV) ó 25 mm² (18/30 kV).

SEPARADOR

Cinta de poliéster.

CUBIERTA EXTERIOR

Material: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.

Color: rojo.

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPEJOR AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPEJOR CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
12/20 kV							
1 x 50/16	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1 x 95/16 (1)	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1 x 150/16 (1)	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1 x 240/16 (1)	28	4,3	36	3	1600	540	720
1 x 400/16 (1)	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1 x 630/16	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
18/30 kV							
1 x 95/25 (1)	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1 x 150/25 (1)	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1 x 240/25 (1)	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1 x 400/25 (1)	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1 x 630/25 (1)	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola.

(*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U _p (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

Madrid
 Colegio Oficial de
 Ingenieros Técnicos
 Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
 E938/A
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colegado nº
 026330

VISADO

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm²)	18/30 kV (pant, 25 mm²)
1 x 50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1 x 95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1 x 150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1 x 240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1 x 400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1 x 630/16 (2)	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV.

(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.

(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD μF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1 x 95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1 x 150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1 x 240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1 x 400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,357
1 x 630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables en contacto y al trespelillo.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Cedido nº 0026330

VISADO

7 CABLES BT DC



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)

AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN
DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN
DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
NFC 20454
DEF-STAN 02-713



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de
Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003862



BAJA OPACIDAD
DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



NULA EMISIÓN
DE GASES CORROSIVOS
EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



RESISTENCIA
A LA ABSORCIÓN
DEL AGUA



RESISTENCIA
AL FRÍO



RESISTENCIA
A LOS RAYOS
ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA
A LOS AGENTES
QUÍMICOS



RESISTENCIA
A LAS GRASAS
Y ACEITES



RESISTENCIA
A LOS GOLPES



NORMALIZADO POR LAS PRINCIPALES
COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/T5 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: aluminio.

Flexibilidad: rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

CUBIERTA

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo Flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5X-1.

Color: negro.

APLICACIONES

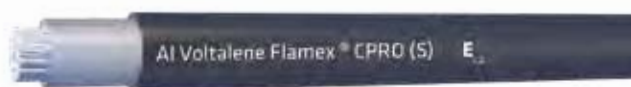
- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA IMPORTANTE: Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se quiera Afumex (AS).

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)

AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO TRIFÁSICA (3) A	INTENSIDAD ADMISIBLE (CORRIENTE CONTINUA) ENTERRADO (4) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
									cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1,91	76	58	70	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1,2	91	74	89	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0,868	114	90	107	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0,641	140	107	126	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0,443	180	132	156	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0,32	219	157	185	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0,253	254	178	211	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0,206	294	201	239	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0,164	337	226	267	0,36	0,36
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0,125	399	261	309	0,27	0,27
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	349	0,22	0,22

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (Al) (trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Al) (trifásica).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W. Corriente continua.

→ XLPE2 con instalación tipo método D1/D2 (Al) (continua).

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos**

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº

VISADO

8 CABLES BT DC-BUS



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

TECSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
 Norma diseño: EN 50618
 Designación genérica: H1Z2Z2-K



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
 EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2
 NFC 32070-C2



NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO
 EN 50305-9
 DIN VDE 0482
 parte 266-2-5



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 50525-1



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
 EN 50305 (ITC < 3)



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LA ABRASIÓN



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV TECSUN PV1-F CPRO

Vida útil 30 años	SI
Certificación TÜV	SI
Temperatura máxima 120 °C en el conductor	20000 h
Resistencia al ozono	EN 50396, test B
Resistencia a los rayos UVA	Resistencia a la tracción y elongación a la ruptura después de 720 h (360 ciclos) de exposición a los rayos UVA según EN 50289-4-17, (Método A) HD 605/A1-2, 4.20
Resistencia a la absorción del agua	DIN EN 60811-402
Protección contra el agua	AD7 (inmersión)
Prueba de contracción	EN 50618, tabla 2: < 2%
Resistencia al frío	Doblado a baja temperatura según EN 60811-1-4
Resistencia a calor húmedo	1000 h a 90 °C 85 % H.R. (EN 60811-2-78) (EN 50618)
Presión a temperatura elevada	< 50% EN 60811-508
Dureza Prysmian	Ensayo especial de Prysmian tipo A: 85 según DIN EN ISO 868
Resistencia a la abrasión	Ensayo especial de Prysmian DIN ISO 4649 contra papel abrasivo • Cubierta contra cubierta • Cubierta contra metal • Cubierta contra plásticos
Resistencia a penetración dinámica	EN 50618, anexo D
Resistencia a aceites minerales	EN 60811-2-1, 24 h, 100 °C
Resistencia a ácidos y bases	EN 60811-2-1, 7 días, 23 °C ácido n-oxálico, hidróxido sódico
Resistencia al amoníaco	Ensayo especial de Prysmian 30 días en atmósfera saturada de amoníaco
Doble aislamiento (clase II)	SI

- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (20000 h); -40 °C, +90 °C (30 años). (Cable termoestable).
 - Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
 - Tensión continua máxima: 1,8/1,8 kV.
 - Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
 - Tensión alterna máxima: 1,2/1,2 kV.
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
 - Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 3D (D ≤ 12 mm) y 4D > 12 mm). (D = diámetro exterior del cable máximo).

Ensayos de fuego

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- No propagación del incendio: EN 50305-9; DIN VDE 0482 parte 266-2-5.
- Libre de halógenos: EN 50525-1.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: EN 50305 (ITC < 3).

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre estañado.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 120 °C (20000 h); 90 °C (30 años) 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: compuesto reticulado, tabla B.1, anexo B de EN 50618.

CUBIERTA

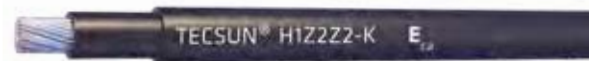
Material: compuesto reticulado, tabla B.1, anexo B de EN 50618.

Color: negro, rojo o azul.

Doble aislamiento (clase II).

TECSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
Norma diseño: EN 50618
Designación genérica: H1Z2Z2-K



APLICACIONES

- Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÍNIMO) mm	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	C.A. DA DE T E VS IÓN V/(A·m) (2)
1 x 1,5	1,6	4,4	5	40	13,7	24	30	30,48
1 x 2,5	1,9	4,8	5,4	50	8,21	34	41	18,39
1 x 4	2,4	5,3	5,9	70	5,09	46	55	11,45
1 x 6	2,9	5,8	6,4	80	3,39	59	70	7,75
1 x 10	4	7,0	7,6	130	1,95	82	98	4,50
1 x 16	5,5	9,0	9,8	200	1,24	110	132	2,89
1 x 25	6,4	10,4	11,2	290	0,795	146	176	1,83
1 x 35	7,5	11,7	12,5	400	0,565	182	218	1,32
1 x 50	9	13,5	14,5	550	0,393	220	276	0,98
1 x 70	10,8	15,5	16,5	750	0,277	282	347	0,68
1 x 95	12,6	17,7	18,7	970	0,210	343	416	0,48
1 x 120	14,3	19,2	20,4	1220	0,164	397	488	0,39
1 x 150	15,9	21,4	22,6	1510	0,132	458	566	0,31
1 x 185	17,5	23,7	25,1	1850	0,108	523	644	0,25
1 x 240	20,5	27,1	28,5	2400	0,0817	617	775	0,20

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20000 h a lo largo de su vida útil (30 años).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº E938A
 Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-

VISADO

9 PARARRAYOS



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

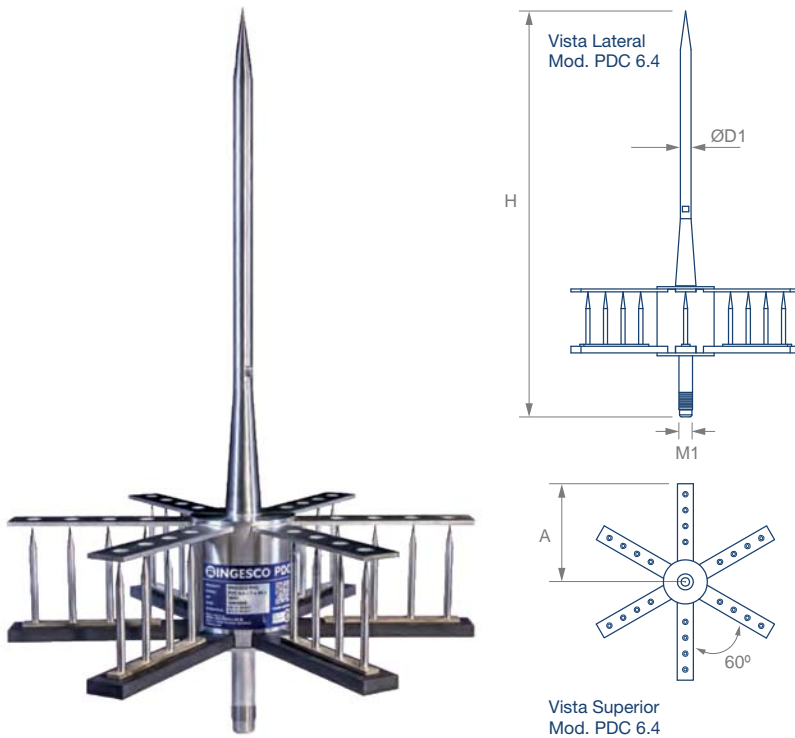
Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

► PARARRAYOS INGESCO® PDC

Pararrayos con dispositivo de cebado no electrónico, normalizado según normas UNE 21.186:2011 NFC17-102:2011 y NP4426:2013



► funcionamiento

El diseño del pararrayos INGESCO® PDC permite producir una ionización de las partículas de aire alrededor de la punta del captador, que genera un trazador ascendente dirigido hacia la nube. Esta corriente de iones intercepta y canaliza desde su origen la descarga eléctrica del rayo.

Entre el conjunto excitador (que se encuentra al mismo potencial que el aire circundante) y la punta y el conjunto deflector (que se hallan a igual potencial que la tierra) se

establece una diferencia de potencial que es tanto más elevada cuanto más alto es el gradiente de potencial atmosférico, es decir, cuanto más inminente es la formación del rayo.

La obtención, mediante ensayos de laboratorio, del valor t (incremento del tiempo de cebado) permite establecer una correlación entre la velocidad de propagación de la corriente de iones y la distancia de impacto del rayo, a partir de la cual se calcula el radio de protección

para cada modelo de pararrayos (ver cuadro adjunto).

El conocimiento de estos radios de protección nos permite seleccionar el modelo de pararrayos más adecuado a las características de la estructura a proteger, de acuerdo con las normativas reguladoras UNE 21.186:2011, NFC17.102:2011 y NP4426:2013.

► niveles de protección

Model	PDC 3.1	PDC 3.3	PDC 4.3	PDC 5.3	PDC 6.3	PDC 6.4
Ref.	101000	101001	101003	101005	101008	101009
Δt	15 μs	25 μs	34 μs	43 μs	54 μs	60 μs
NIVEL I	35 m	45 m	54 m	63 m	74 m	80 m
NIVEL II	43 m	54 m	63 m	72 m	83 m	89 m
NIVEL III	54 m	65 m	74 m	84 m	95 m	102 m
NIVEL IV	63 m	75 m	85 m	95 m	106 m	113 m

Radio de protección calculados según: Normas UNE 21.186:2011 & NFC17.102:2011 (Estos radios de protección han sido calculados según una diferencia de altura entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado de 20m).

► especificaciones técnicas

Mod.	Ref.	Mat.	H (mm)	D1 (mm)	M1	A (mm)	Peso (g)
PDC 3.1	101000	Inox	387	16	M 20	95	2350
PDC 3.3	101001	Inox	598	16	M 20	156	3200
PDC 4.3	101003	Inox	598	16	M 20	156	3400
PDC 5.3	101005	Inox	598	16	M 20	156	3600
PDC 6.3	101008	Inox	598	16	M 20	156	3800
PDC 6.4	101009	Inox	598	16	M 20	186	4150

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
 LUIS MIGUEL ESPINOSA DE LOS RÍOS, Colegado nº 0026330

VISADO

► características y beneficios

- 100% de eficacia en descarga.
- Nivel de protección clasificado de muy alto.
- Garantía de continuidad eléctrica. No ofrece resistencia al paso de la descarga.
- Pararrayos no electrónico; garantía de máxima durabilidad.
- Conserva todas sus propiedades técnicas iniciales después de cada descarga.
- Al no incorporar ningún elemento electrónico, no es fungible.
- No precisa de fuente de alimentación externa.
- Garantía de funcionamiento en cualquier condición atmosférica.
- Alta resistencia a la temperatura.
- Alta resistencia a la intemperie y atmósferas corrosivas.
- Sin mantenimiento.

El terminal aéreo de captación **INGESCO® PDC**, cumple las siguientes especificaciones técnicas:

- Dispone de un dispositivo de cebado:
 - Un dispositivo de anticipación del trazador ascendente
 - Un condensador electroatmosférico
 - Un acelerador atmosférico
- Un sistema de aislamiento certificado por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Su estructura está fabricada en Acero Inoxidable AISI 316L y poliamida (PA 66).
- Dispositivo de cebado fabricado en Acero Inoxidable AISI 316L y poliamida (PA 66).

Queda así garantizado su efectivo funcionamiento en cualquier condición atmosférica y ambiental.

► instalación

La instalación de un pararrayos **INGESCO® PDC** debe seguir las prescripciones de las normas UNE 21.186:2011, NFC 17-102:2011 NP 4426:2013 y IEC 62.305, y debe tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- La punta del pararrayos debe estar situada, como mínimo, dos metros por encima del punto más alto de la edificación que protege.
- Para su instalación sobre el mástil, el pararrayos precisará de la correspondiente pieza de adaptación.
- Se deberá proteger el cableado de las cubiertas contra las sobretensiones y conectar a los bajantes las masas metálicas presentes dentro de la zona de seguridad.
- El pararrayos debe conectarse a una toma de tierra mediante uno o varios cables conductores que bajarán, siempre que sea posible, por el exterior de la construcción, con la trayectoria más corta y rectilínea posible.
- La toma o tomas de tierra, cuya resistencia no puede superar los 10 ohmios, deben garantizar una dispersión lo más rápida posible de la descarga del rayo.

► normativas | ensayos | certificados

INGESCO® PDC, cumple los requerimientos contenidos en las normativas siguientes:

- UNE 21.186:2011
- IEC 62.305
- NFC 17.102:2011
- IEC 62.561/1
- NP4426:2013

Además de todas las especificaciones descritas para este tipo de componentes en el Reglamento de Alta Tensión por el Ministerio de Industria y Energía. Registro industrial nº150.032, (Ministerio de Industria y Energía).
Fabricado desde 1984, es el primer pararrayos con dispositivo de cebado no electrónico en cumplir con la Norma UNE 21.186

El pararrayos **INGESCO® PDC** ha superado con éxito los ensayos y pruebas de certificación siguientes:

- Ensayo de evaluación del tiempo de cebado de pararrayos PDC (Anexo C UNE 21.186:2011), en el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Certificado de corriente soportada según IEC 62.561/1, emitido por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Certificado de aislamiento en condiciones de lluvia, emitido por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-E938A
LIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0626330

VISADO



DENA DESARROLLOS SL

Duero 5 | 08223 Terrassa | Barcelona | Spain
T 937 360 305 | T (+34) 937 360 314
central@ingesco.com

**PARARRAYOS
INGESCO® PDC**

Página 721 de 956

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA FV MÁSTIL SOLAR
100,00 MWp / 95,00 MW instalados
T.M. CAMPO REAL, PERALES DE TAJUÑA Y
ARGANDA DEL REY
(MADRID – COMUNIDAD DE MADRID)



DOCUMENTO 05

-

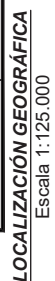
PLANOS

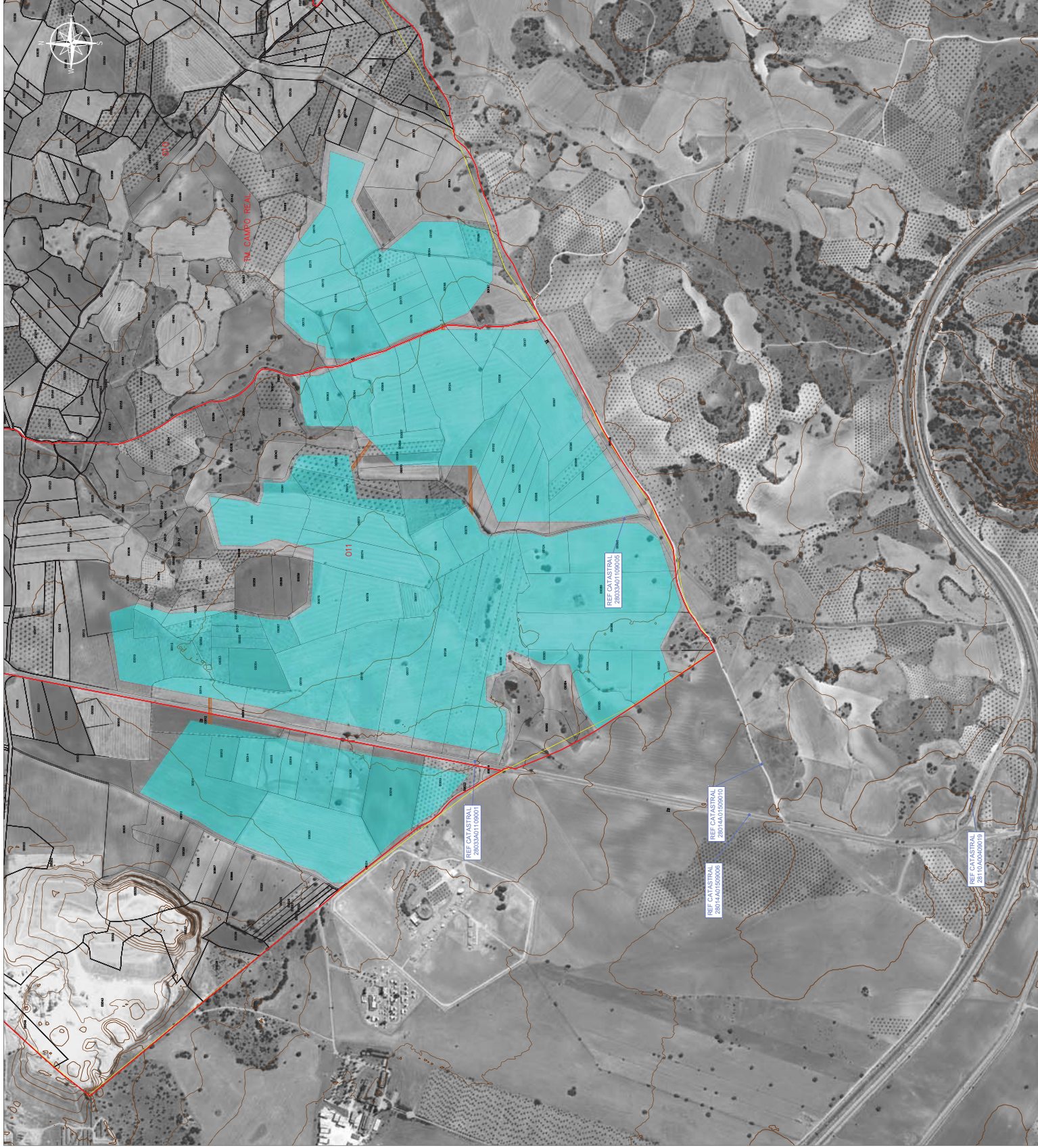


**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
15/06/2021. Puede validar el documento FV12835372-
E938A
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

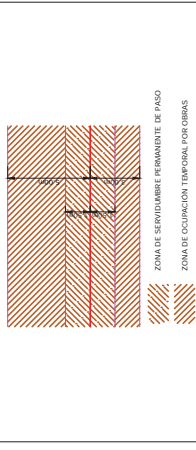
VISADO

[illegible]



LEYENDA

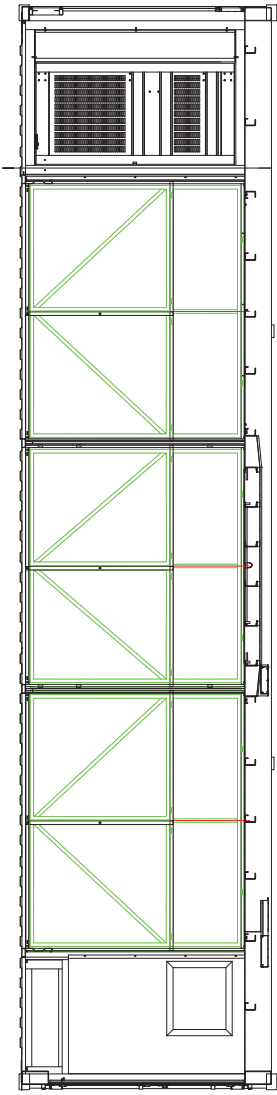
PARCELA
POLÍGONO
LÍMITE MUNICIPAL
SUPERFÍCIE DE IMPLANTACION

DETALLE DE ZANJA AT

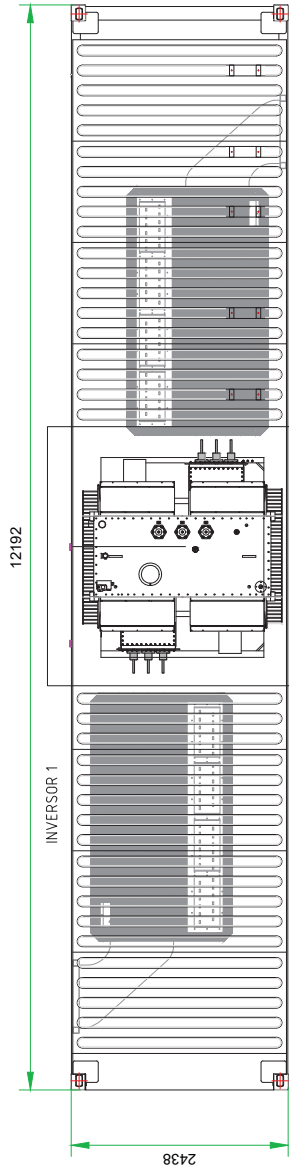
 <p>Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid</p>	<p>Documento registrado con el número: 2090/5988/01, el día 15/06/2021. Puede validarse el documento FV12835572-E938A</p> <p>LUIS MIGUEL ESPINOSA FEINÁ ADELE, Colegiado nº 0026330</p>	<p>VISADO</p>
---	---	----------------------

R4	ACTUALIZACIÓN	RCC	79/03/21	RCC
REV.	DESCRIPCIÓN:	PDR:	FISCAL:	FISCAL:
ESTADO:				
CLIENTE: MASTIL SOLAR S.L.				
PLANTA: PLANTA FOTOVOLTAICA MÁSTIL SOLAR (100 MW) CAMPO REAL PIRALEAS DE TAJUJIVA Y ARGANDA DEL REY (MADRID)				
TÍTULO: PLANO CATASTRAL PLANTA FOTOVOLTAICA TERMINO MUNICIPAL CAMPO REAL				
ESCALA:	NUMERO: A1	FECHA: 29/03/21	DIBUJO: RCC	REVISIÓN: RMEF
I.D PROYECTO	Nº PLANO:	HOLDA:	NO. DE FOLIOS:	REVISOR:
ID.EA.MAS	L04-MAS-IGH-PUN-1001	1	1	R3

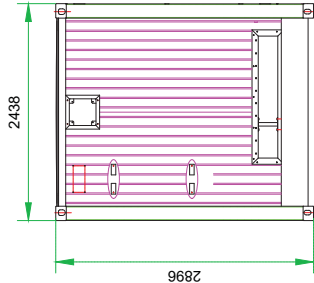
SERVICIOS AUXILIARES



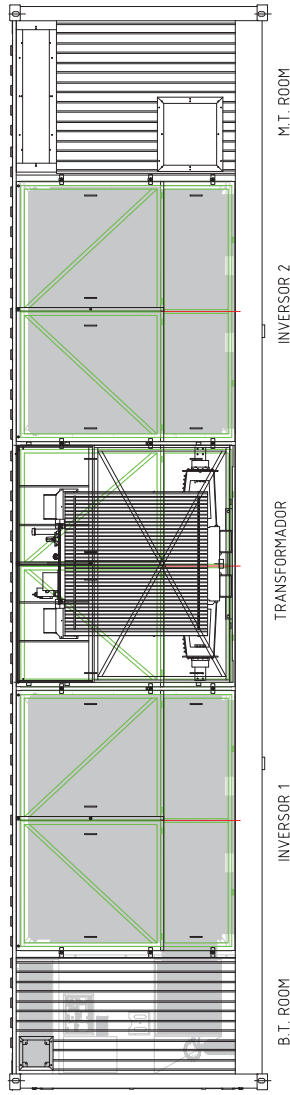
Alzado Frontal



Planta



Alzado Lateral



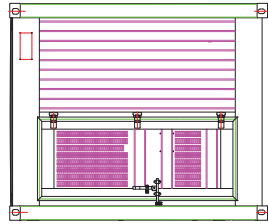
Inversor



Transformador



Vista General Power Station



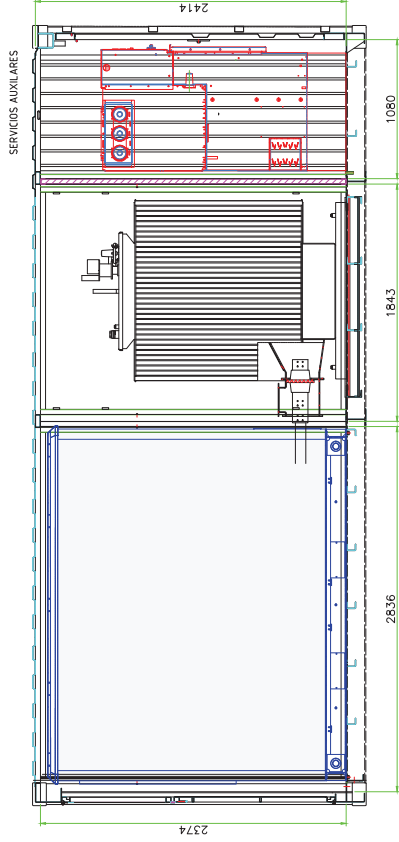
RI	PRIMERA EDICIÓN	JAL	17/07/20
REV	DESCRIPCIÓN:	POB	FECHA:
ESTADO:			
CLIENTE: MASTIL SOLAR, S.L.			
PLANTA: PLANTA FOTOVOLTAICA MASTIL SOLAR (100.00 MW)			
CAMPO REAL/PERALES DE LAJUNA/ARGANDA DEL REY (MADRID)			
TITULO: PLANTA POWER BLOCK 2 INVERSORES			
ESCALA:	S/E	TAMPO:	A1
ID PROYECTO:	LCE4-MAS	FECHA:	17/07/20
		DEBIDO:	LOE4-MAS-IG-PIN-110
		HOJA:	1
		REGIÓN:	RI



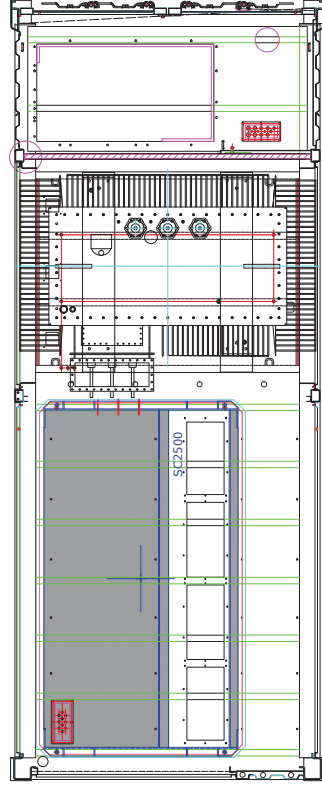
Inversor



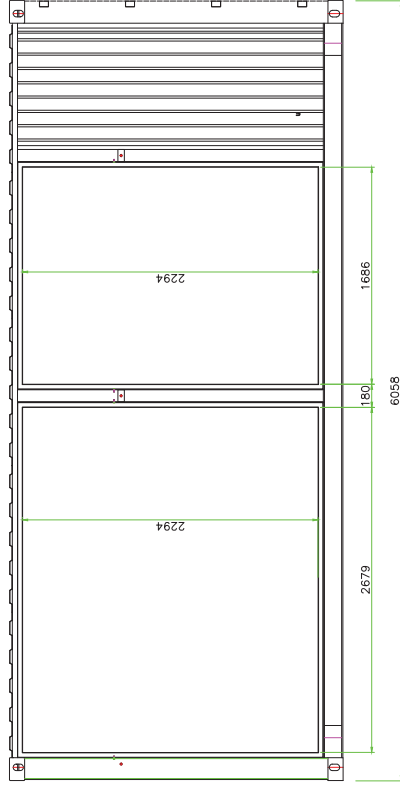
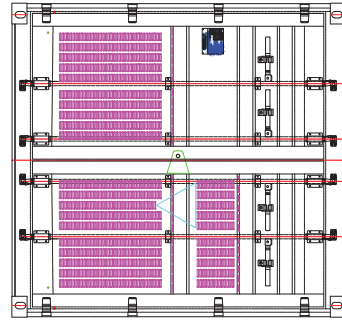
Transformador



Alzado Frontal



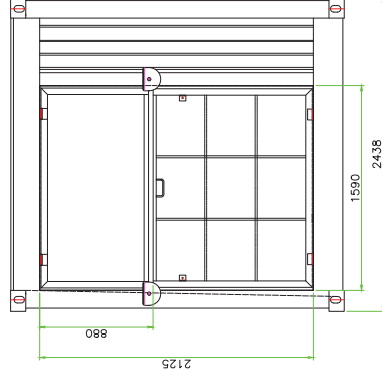
Planta



Alzado Lateral



Vista General Power Station



RI	PRIMERA EDICIÓN	JUG	17/07/20
REV	DESCRIPCIÓN:	POR:	FECHA:
ESTADO:			

CLIENTE: MASTIL SOLAR, S.L.

PLANTA:	PLANTA FOTOVOLTAICA MASTIL SOLAR (100.00 MW)		
	CAMPO REAL/PERALES DE LAJUNA/ARGANDA DEL REY (MADRID)		
TITULO:	PLANTA POWER BLOCK 1 INVERSOR		
ESCALA:	S/E	TAMPO:	A1
ID PROYECTO:	LOE4-MAS	FECHA:	17/07/20
		INSTRUMENTO:	LOE4-MAS-IG-PIN-1111
		HOJA:	1
		REGION:	R1

PLANTA FOTOVOLTAICA FV MÁSTIL SOLAR
98,415 MWp / 95,00 MW instalados
TT.MM. CAMPO REAL, PERALES DE TAJUÑA Y
ARGANDA DEL REY
(MADRID – COMUNIDAD DE MADRID)



**ADENDA AL PROYECTO TÉCNICO
ADMINISTRATIVO**



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-
D98AF
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES	3
2 PROPIEDAD	4
3 OBJETO Y ALCANCE	5
4 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	6
5 MODIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
6 RESUMEN.....	10
7 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA).....	11
8 PRESUPUESTO.....	15
9 CONCLUSIONES	20
ANEXO I: PLANOS.....	21



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-D98AF

VISADO

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0028330

1 ANTECEDENTES

En junio de 2021 se elaboró el “Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica FV MÁSTIL SOLAR 100,00 MWp / 95,00 MW instalados”, en los términos municipales de Campo Real, Perales de Tajuña y Arganda Del Rey (Madrid) redactado por D. Luis Miguel Espinosa Fernández, colegiado nº 26330 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM).

En cumplimiento del primer hito administrativo según lo dispuesto en el artículo 1.1.b) del Real Decreto ley 23/2020, de 23 de junio, con fecha 1 de diciembre de 2020, fue expedida por la Política Energética y Minas la Admisión a Trámite de solicitud de la Autorización Administrativa Previa (AAp) y la Autorización Administrativa de construcción (AAc) de la planta fotovoltaica Mástil Solar, de 100 MWp y la Admisión a Trámite de solicitud AAP de la planta fotovoltaica Driza Solar, de 112,50 MWp, así como sus infraestructuras de evacuación asociadas, en la provincia de Madrid. Esto ha dado lugar a la apertura del expediente “PFot-190 AC” por parte del Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico para el citado grupo de plantas fotovoltaicas y sus correspondientes infraestructuras eléctricas. En junio de 2021 se solicitó una ampliación de expediente solicitando Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública de todas las plantas incluidas en el expediente, además de la Autorización Administrativa previa y Declaración de Impacto Ambiental. Dicho expediente ya ha iniciado la fase de tramitación al haber sido trasladado al Área de Industria y Energía de la Delegación del Gobierno en Madrid.

El proyecto se presentó a exposición pública, y posteriormente se han recogido las distintas alegaciones presentadas por los agentes afectados e interesados. Resultado de las alegaciones y requerimientos recibidos se ha procedido a adaptar el proyecto de la planta para su subsanación.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-
D98AF
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
26330

VISADO

2 PROPIEDAD

Mástil Solar S.L. (en adelante “el Promotor”) es una compañía dedicada a la promoción, construcción, operación, mantenimiento y explotación de centrales generadoras de electricidad a través de energía solar. Es una empresa comprometida con el medio ambiente, y firmemente interesada en dar apoyo a la red a través de las energías renovables.

Los principales datos del promotor del proyecto son los siguientes:

Nombre	Mástil Solar S.L.
NIF	B-88209242
Domicilio Social	C/ Ribera Del Loira 38, 3º 28042 Madrid
Persona de contacto	Antonio Arturo Sieira Mucientes
Dirección	C/Cardenal Marcelo Spínola 4, 1ºD 28016 Madrid
Teléfono	910059775
e-mail	loeches@ignisenergia.es

Tabla 1. Datos del promotor del proyecto



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-
D98AF
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

3 OBJETO Y ALCANCE

El presente documento se redacta con objeto de describir los criterios generales de diseño que se han llevado a cabo en la elaboración de la “Adenda al Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica FV MÁSTIL SOLAR 98,415 MWp / 95,00 MW instalados”, en los términos municipales de Campo Real, Perales de Tajuña y Arganda Del Rey (Madrid), y los ajustes que se han realizado para cumplir con los requerimientos recibidos, en este caso relacionados con la reducción del área de ocupación de la planta solar fotovoltaica.

Se anexarán los planos y documentos necesarios para complementar o justificar la instalación fotovoltaica ajustada según los requerimientos y alegaciones recibidas tras el proceso de exposición pública.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-
D98AF
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

4 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

La adaptación de la planta fotovoltaica de Mástil Solar es una instalación de 98,415 MWp y 95 MW instalados, que convierte la energía que proporciona el sol en energía eléctrica. Dicha energía eléctrica se genera en corriente continua, que posteriormente se convierte en energía alterna en baja tensión mediante unos equipos electrónicos denominados inversores. La energía eléctrica de baja tensión es elevada a alta tensión mediante transformadores de potencia y agrupada en diferentes circuitos.

La configuración planteada para esta planta fotovoltaica se mantiene con respecto al proyecto técnico administrativo presentado inicialmente.

Por su parte, los seguidores solares seleccionados pueden alojar 27 módulos en cada una de sus 3 filas, moviendo un total de 81 paneles solares a la vez. Se trata de seguidores horizontales monofila con tecnología de seguimiento a un eje en dirección Este-Oeste, dispuestos en el terreno en dirección norte-sur.

En orden de aprovechar mejor el espacio de la anterior implantación que solo tenía seguidores 3H de 3 strings, de 58 metros de longitud, se han diseñado trackers 3H con 2 y 1 string de 39 y 20 metros respectivamente.

Los equipos empleados en la planta, cajas de string, inversores, power stations, transformadores, seguidores solares y módulos fotovoltaicos son los mismos modelos que los empleados y descritos en el Proyecto Técnico Administrativo (PTA). El número de cada uno de ellos cambia debido al redimensionamiento de la planta.

Por último, se han reducido el ancho de los viales de 6 a 4 metros para el mejor aprovechamiento de la parcela, y se ha prescindido de los viales perimetrales, manteniendo únicamente los de acceso a las Power Station.

Se incluye a continuación un cuadro resumen comparativo con las características de proyecto anterior y del proyecto ajustado según requerimientos.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-
D98AF
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colegiado nº
00201307

VISADO

ADENDA AL PROYECTO TÉCNICO

PROYECTO INICIAL		ANEXO MODIFICATORIO	
Equipos utilizados			
INVERSOR SUNNY CENTRAL 2500-EV SMA MV POWER STATION 2500 (tipo 1) SMA MV POWER STATION 5000 (tipo 2) CANADIAN SOLAR CS3W - 450 MS PVH-MONOLINE 3H (3 STRINGS)		INVERSOR SUNNY CENTRAL 2500-EV SMA MV POWER STATION 2500 (tipo 1) SMA MV POWER STATION 5000 (tipo 2) CANADIAN SOLAR CS3W - 450 MS PVH-MONOLINE 3H (3-2-1 STRINGS)	
Datos principales de la instalación			
Potencia pico	100.000.000 Wp	Potencia pico	98.415.000 Wp
Potencia instalada	95.000.000 Wins	Potencia instalada	95.000.000 Wins
Potencia nominal	84.550.000 Wn	Potencia nominal	84.550.000 Wn
Cantidad de trackers y módulos			
Tamaño string	27 módulos	Tamaño string	27 módulos
Número de trackers de 3 strings	2.744 Uds.	Número de trackers de 3 strings	2.233 Uds.
		Número de trackers de 2 strings	495 Uds.
		Número de trackers de 1 strings	411 Uds.
Número de módulos	222.210 Uds.	Número de módulos	218.700 Uds.
Cantidad de inversores y power stations			
Potencia inversor (25°C)	2.500 kVA	Potencia inversor (25°C)	2.500 kVA
Cantidad inversores	38 Uds.	Cantidad inversores	38 Uds.
Potencia total inversores	95.000 kVA	Potencia total inversores	95.000 kVA
Potencia PS tipo 1 (25°C)	2.500 kVA	Potencia PS tipo 1 (25°C)	2.500 kVA
Cantidad PS tipo 1	14 Uds.	Cantidad PS tipo 1	6 Uds.
Potencia total PS tipo 1	35.000 kVA	Potencia total PS tipo 1	15.000 kVA
Potencia PS tipo 2 (25°C)	5.000 kVA	Potencia PS tipo 2 (25°C)	5.000 kVA
Cantidad PS tipo 2	12 Uds.	Cantidad PS tipo 2	16 Uds.
Potencia total PS tipo 2	60.000 kVA	Potencia total PS tipo 2	80.000 kVA
Potencia total PS	95.000 kVA	Potencia total PS	95.000 kVA
Datos técnicos			
Superficie Total de Implantación	193,93 ha	Superficie Total de Implantación	145,25 ha
Longitud de panel	2,108 m.	Longitud de panel	2,108 m.
GCR	45,8 %	GCR	45,8 %
Pitch	7,00 m.	Pitch	7,00 m.
Número de recintos	8	Número de recintos	6
Vallados			
Recinto 1	6.385 m.	Recinto 1	5.782,64 m.
Recinto 2	1.096 m.	Recinto 2	2.490,36 m.
Recinto 3	2.121 m.	Recinto 3	1.096,24 m.
Recinto 4	2.490 m.	Recinto 4	2.324,25 m.
Recinto 5	2.063 m.	Recinto 5	2.972,10 m.
Recinto 6	2.324 m.	Recinto 6	327,70 m.
Recinto 7	328 m.	-	-
Recinto 8	2.972 m.	-	-
Longitud total de vallado	19.779 m.	Longitud total de vallado	14.993,29 m.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-00026338

VISADO

Líneas subterráneas de evacuación (30 kV)			
O&M	244,04 m.	O&M	123,27 m.
L11	152 m.	L11	319,10 m.
L12	2.300 m.	L12	1.244,59 m.
L13	1.676 m.	L13	657,05 m.
L14	987 m.	L14	1.034,32 m.
L15	1.273 m.	L15	1.361,84 m.
L16	473 m.	L16	2.112,58 m.

Tabla 2: Comparación Características de la planta.



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

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día
18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-
D98AF
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

5 MODIFICACIÓN DEL PROYECTO

La modificación del diseño de la planta FV Mástil Solar se adapta principalmente al requerimiento de la D.G. de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid en el que se solicita:

“La intersección de esta zona de alto valor natural estratégico con el proyecto, así como la inexistencia de referencias en la planificación de la red de corredores ecológicos, conduce a determinar la no consideración de estos criterios a la hora de planificar el territorio. Por ello, resulta necesario reconsiderar la ubicación o extensión del proyecto para evitar la afección a los corredores ecológicos principal “Los Yesos” y secundario “de Tielmes”, o proponer alternativas al mismo dentro del programa agroambiental a definir.”

Por lo tanto, se hace necesario:

- Asegurar una distancia mínima de 500 metros entre las distintas PFVs para garantizar la conectividad ecológica de la zona, en este caso PFV Mástil Solar y Driza Solar. Para respetar esta distancia mínima se han realizado reducciones en ambas PFVs, Mástil Solar 18,5 ha en la zona este y Driza Solar 48,23 ha en la zona noroeste.
- Reducir la superficie asociada a la planta para minimizar la afección sobre zonas con valores naturales de importancia donde se han detectado especies sensibles coincidiendo con parte del Corredor Ecológico Oriental que pasa a tener aproximadamente 30,18 ha menos de ocupación por la PFV Mástil Solar.

Con todo ello, la reducción planteada para la PFV Mástil Solar es de 48,68 ha, un 25,1 % de reducción respecto de la superficie inicial.

Estas modificaciones se muestran en el plano con título “SUPERPOSICIÓN POLIGONALES ORIGINAL VS MODIFICADO”, en el ANEXO I.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-D98AF
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 022630

VISADO

6 RESUMEN

El resultado de las modificaciones implementadas ha dado lugar a una **reducción** del área disponible de implantación de unas **48,68 ha** que se han debido principalmente a dar **cumplimiento a los requerimientos medioambientales** dispuestos por la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid.

Estos cumplimientos han dado lugar a los siguientes **ajustes en cuanto a criterios técnicos**:

- Se ha reducido el número de módulos, y por tanto la potencia pico de la planta.
- La distancia entre seguidores o pitch se ha mantenido y sigue siendo de 7 metros.
- El área de ocupación de las parcelas afectadas se ha visto reducida considerablemente, llegándose a excluir varias parcelas en su totalidad como se muestra en la Relación de Bienes y Derechos Afectados. Como consecuencia de ello, se ha adaptado el vallado a esa reducción de área de ocupación.
- Los accesos a las distintas zonas se han mantenido a excepción de aquellos cuyo retranqueo se debe a las modificaciones de reducción a las que se ha visto sometido el proyecto.
- Las zanjas para los circuitos de alta tensión en el interior de la planta se han adaptado. La zanja y línea de evacuación fuera de la planta hasta la SET elevadora que no es objeto del presente proyecto, se ha mantenido a excepción del punto de salida de la propia planta que se ha adaptado a la reducción de superficie ocupada.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905988/01 el día 18/04/2022. Puede validar el documento FV12893789-D98AF
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 002833

VISADO

[illegible]





PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

L/30 kV PSFV MÁSTIL – ST RECECHO

Términos Municipales de Campo Real y Arganda del Rey

(Provincia de Madrid)



Firmado por BLAZQUEZ GARCIA
MARIA INMACULADA - 46885278P
el día 04/06/2021 con un
certificado emitido por AC
FNMT Usuarios



5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA

La línea subterránea objeto del presente proyecto se divide en dos partes. La primera parte se sitúa fuera de los terrenos propiedad del promotor, es decir, fuera de la planta solar fotovoltaica propiamente dicha, y discurre entre el límite de la misma y la ST Rececho. Este tramo tiene una longitud aproximada de 4.200 metros.

El segundo tramo de la línea lo conforman todos los circuitos de la misma que discurren por terrenos de la planta solar fotovoltaica, propiedad del promotor. Las líneas tienen su origen en cada uno de los terminales de interior de cada Power Unit hasta el límite de la planta, donde continua el tramo descrito anteriormente. En el listado siguiente se muestra el origen de cada línea de 30kV, desde su Power Unit o Power Block correspondiente, y la longitud de cada circuito:

LÍNEA	POWER BLOCK	LONGITUD CABLEADO [m]
L 11	1	156,49
L 12	2	475,98
L 13	18	977,58
L 14	8	1.273,79
L 15	9	1.678,44
L 16	12	2.398,87

Los circuitos L11 y L12 llevan un conductor Al630 y los circuitos restantes llevan un conductor Al400. Dependiendo de su ubicación en la planta, los circuitos comparten zanja con otros circuitos o discurren en solitario.

La línea está ubicada en los términos municipales de Campo Real y de Arganda del Rey, ambos en la Comunidad de Madrid. La línea transcurre en una zanja descrita posteriormente con los conductores directamente enterrados.

6. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

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

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	30
Tensión más elevada de la red (kV)	36
Categoría	A

Nº de circuitos	6
Nº de conductores por fase.....	1
Número de cables de fibra óptica.....	1
Tipo de cable (1)	AL HEPRZ1 1x630/25
Tipo de cable (2)	AL HEPRZ1 1x400/25
Tipo de cable de fibra óptica	OPSYCOM PKP
Potencia de diseño (MVA)	92,5
Longitud Tramo I (km)	4,2
Longitud Tramo II (km)	ver tabla anterior
Origen	PSFV Mástil (Power Block) ver table anterior
Final.....	ST Rececho 220/30 kV
Provincias afectadas	Madrid

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

6.2.1. CABLES

Son cables de aluminio aislados con pantalla metálica de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, aislamiento HEPR y cubierta exterior de poliolefina termoplástica Z1 Vemex del fabricante Prysmian Group.

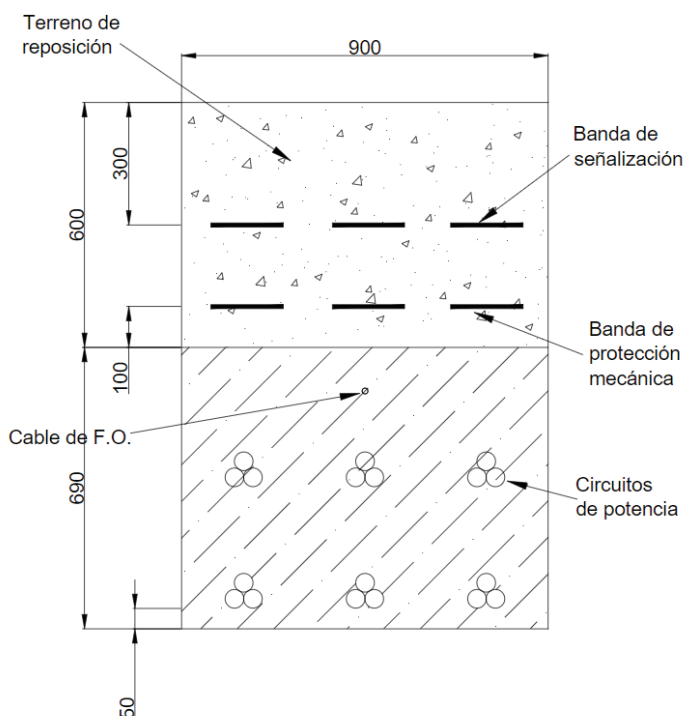
En este proyecto existen dos tipos distintos de cable en los circuitos, a continuación, se presentan las características de ambos conductores:

Tipo	AL HEPRZ1 1x630/25
Material	Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio
Aislamiento	HEPR
Diámetro cable completo (mm).....	53,4
Diámetro de aislamiento (mm).....	45,3
Espesor de aislamiento (mm)	6,4
Espesor de cubierta (mm).....	3
Sección del conductor (mm ²).....	630
Sección de la pantalla (mm ²)	25
Peso (daN/m).....	3,53
Radio de curvatura estático (mm)	801
Radio de curvatura dinámico (mm)	1068
Circuitos	L11 y L12
Tipo	AL HEPRZ1 1x400/25
Material	Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio

Aislamiento	HEPR
Diámetro cable completo (mm).....	45,7
Diámetro de aislamiento (mm).....	37
Espesor de aislamiento (mm)	6,2
Espesor de cubierta (mm).....	3
Sección del conductor (mm ²).....	400
Sección de la pantalla (mm ²)	25
Peso (daN/m).....	2,5
Radio de curvatura estático (mm)	686
Radio de curvatura dinámico (mm)	914
Circuitos	L13, L14, L15 y L16

6.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

En la imagen siguiente se muestra la sección de la línea en su primer tramo, fuera de la planta, por ser la que más circuitos contiene:



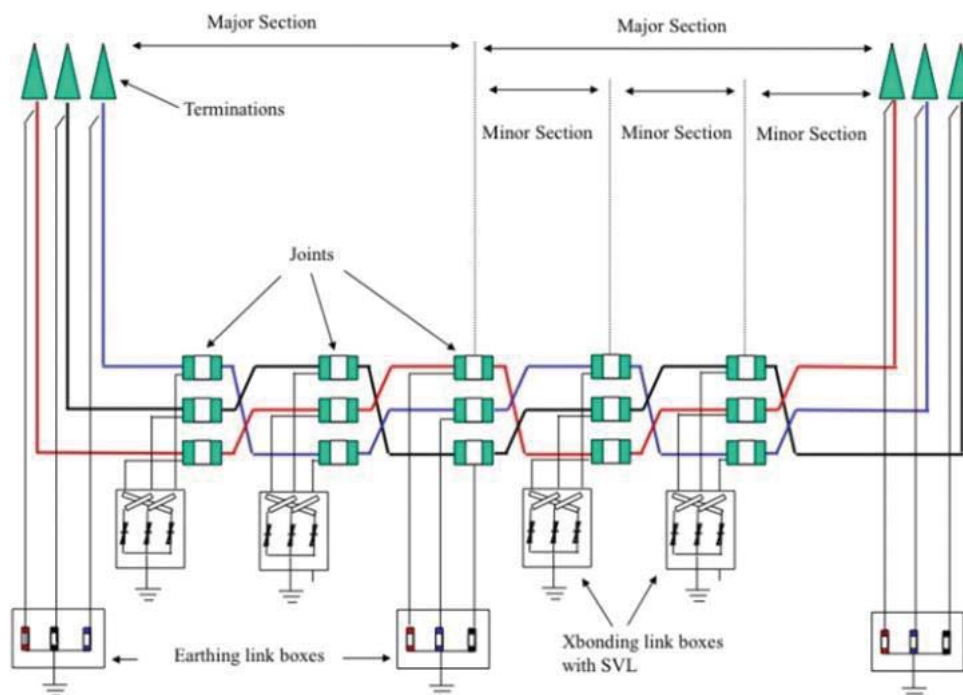
La zanja está diseñada para que el material que rodea los conductores, presente una conductividad térmica menor o igual a 1 K·m/W. Los circuitos de potencia deberán estar dispuestos de forma que la distancia mínima entre ternas de cables sea de 0,2 metros.

6.2.3. TIPO DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA

La conexión en los extremos se realizará a través de terminales de transición aéreo-subterráneo en la subestación y celda-subterráneo (terminal de interior) en la power unit.

Para la conexión a tierra del conductor se intercambiarán las pantallas de los conductores cada 1.400 metros mediante el sistema “cross-bonding”.

El esquema de conexión se muestra en la siguiente imagen.



6.2.4. CAJAS DE CONEXIÓN TRIPOLARES DE PUESTA A TIERRA

Las cajas de conexión serán de dos tipos, enterradas y tipo intemperie, estas últimas alojarán los descargadores de sobretensión, asociados al sistema de puesta a tierra.

Las tapas serán de acero inoxidable y garantizarán un grado de protección mínimo IP 58 para las cajas de tipo intemperie e IP 68 para cajas enterradas.

6.2.5. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

El cable de fibra óptica será de tipo OPSYCOM PKP de 48 fibras y estará constituido por un núcleo de fibra de vidrio, en donde se soportarán los cables de fibra óptica.

Contará con cubierta de polietileno de baja densidad de mínimo 0.8 mm de espesor. El cable está reforzado con hilos de poliamida y con una cubierta de polietileno de baja densidad mínimo de 1.5 mm de espesor.

7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

A continuación se muestra un diagrama de Gantt con la programación de las distintas etapas de construcción de la citada instalación:

		MES 1				MES 2				MES 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.0	L/30kV PSPV Mástil – ST Rececho												
1.1	Replanteo de apoyos												
1.2	Desbroce y tala de arbolado (sólo si aplica)												
1.3	Adecuación de accesos												
1.4	Adecuación de campos de acopio												
1.5	Acopio y clasificación de materiales												
1.7	Excavación de cimentaciones												
1.8	Hormigonado de cimentaciones												
1.9	Montaje de estructuras e izado												
1.10	Tendido conductores												
1.11	Tensado, regulado y engrapado de conductores												
1.12	Tendido conductores												
1.13	Tensado, regulado y engrapado de cables de tierra y FO												
1.14	Instalación de balizas protección avifauna												
1.15	Señalización												
1.16	Limpieza de áreas afectadas												
1.17	Restauración de terrenos												
1.18	Verificación e inspección inicial												
2.0	Vigilancia medioambiental												
3.0	Seguridad y salud												

8. CRUZAMIENTOS

8.1. NORMAS APLICABLES

Las normas aplicables a los cruzamientos de esta línea están recogidas en el 5º apartado de la ITC-LAT-06 del vigente Reglamento de condiciones técnicas y de seguridad en líneas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.

8.2. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

Tabla de cruzamientos				UTM	
Nº de cruzamiento	Elemento	Denominación	Organismo responsable	X	Y
1	Carretera	M-229	Dirección General de Carreteras de la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid	468284,65	4459217,53
2	Colada	Del Estrechillo	Dirección General de Agricultura, Ganadería y	468284,65	4459217,53

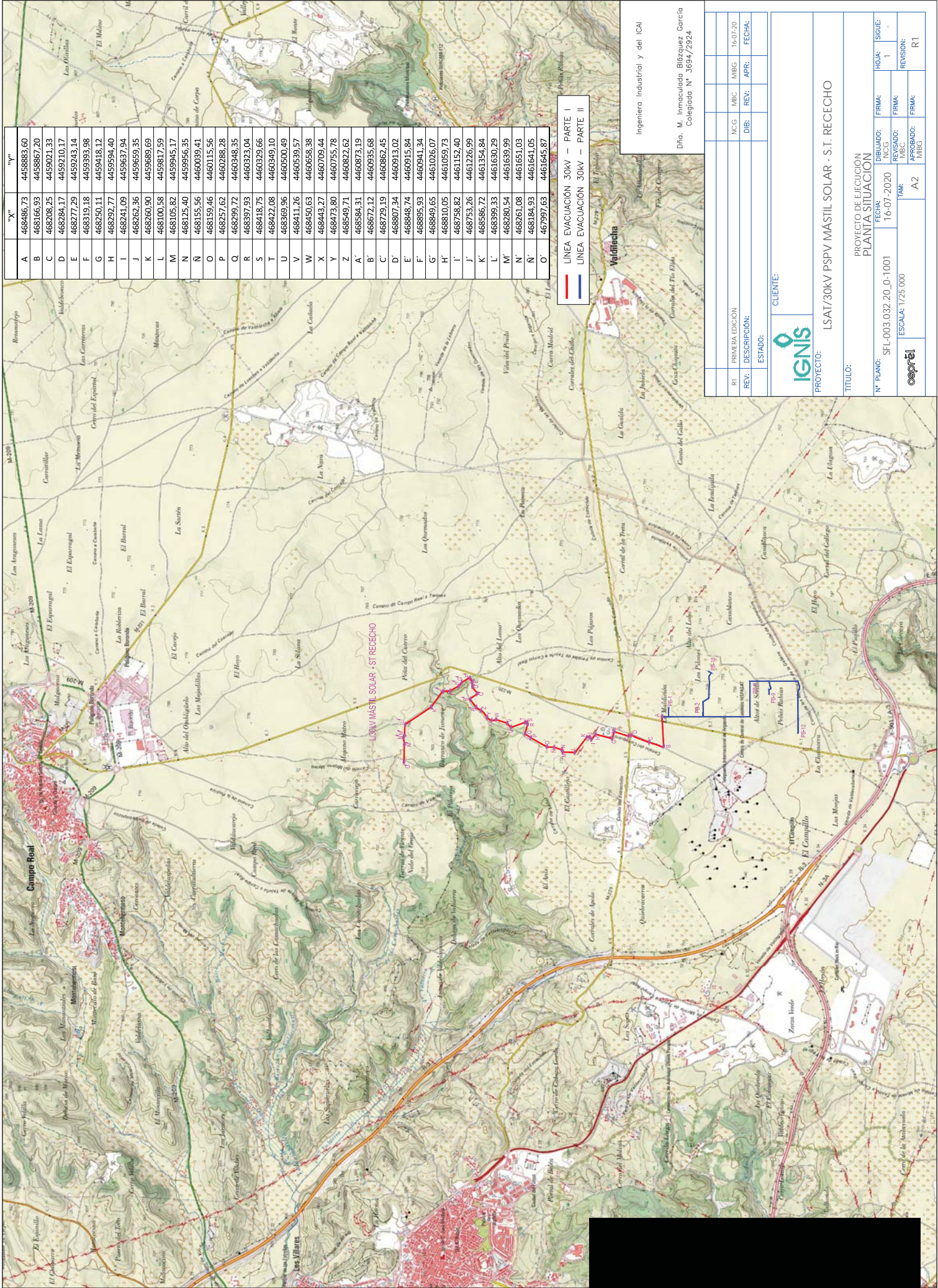
Tabla de cruzamientos				UTM	
Nº de cruzamiento	Elemento	Denominación	Organismo responsable	X	Y
			Alimentación de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid		
3	Canalización de agua	Abastecimiento local	Canal de Isabel II	468241,01	4459637,23
4	Canalización de agua	Abastecimiento local	Canal de Isabel II	468280,9	4459229,12
5	Regato	Sin nombre	Confederación Hidrográfica del Tajo	468696,67	4461273,38

Tabla de Paralelismos			
Nº de paralelismo	Elemento	Denominación	Organismo responsable
1	Canalización Eléctrica (vacía)	UFD Distribución Electricidad	UFD Distribución Electricidad

9. ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se presenta un listado resumen de los organismos afectados por la presente L/30 kV PSFV Mástil – ST Rececho:

- Ayuntamiento de Campo Real (Madrid)
- Ayuntamiento de Arganda del Rey (Madrid)
- Canal de Isabel II.
- Dirección General de Carreteras de la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid.
- Confederación Hidrográfica del Tajo
- UFD Distribución Electricidad
- Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid.
- Dirección General de Industria, Energía y Minas de Madrid



	"X"	"Y"
A	468486.73	4458883.60
B	468166.93	4458867.20
C	468208.25	4459021.33
D	468284.17	4459210.17
E	468277.29	4459243.14
F	468319.18	4459393.98
G	468250.11	4459418.12
H	468292.77	4459594.40
I	468241.09	4459637.94
J	468262.36	4459659.35
K	468260.90	4459689.69
L	468100.58	4459817.59
M	468105.82	4459945.17
N	468125.40	4459956.35
O	468155.56	4460039.41
P	468159.46	4460115.56
Q	468257.62	4460288.28
R	468297.93	4460323.04
S	468418.75	4460329.66
T	468422.08	4460349.10
U	468369.96	4460500.49
V	468411.26	4460539.57
W	468450.63	4460558.38
X	468443.27	4460709.44
Y	468473.80	4460755.78
Z	468549.71	4460822.62
A'	468584.31	4460873.19
B'	468672.12	4460935.68
C'	468729.19	4460862.45
D'	468807.34	4460913.02
E'	468848.74	4460915.84
F'	468895.93	4460941.34
G'	468849.65	4461026.07
H'	468810.05	4461059.73
I'	468758.82	4461152.40
J'	468753.26	4461226.99
K'	468586.72	4461354.84
L'	468399.33	4461630.29
M'	468280.54	4461639.99
N'	468261.08	4461651.03
O'	467997.63	4461645.87

LINEA EVACUACIÓN 30KV - PARTE I
LINEA EVACUACIÓN 30KV - PARTE II

Ingeniero Industrial y del ICAI
Dña. M. Inmaculada Blázquez García
Colegiado N° 3694/2924

RT	PRIMERA EDICIÓN	NCG	MBC	16-07-20
REV.	DESCRIPCIÓN:	DIB.	REV.	APR.
ESTADO:				
CLIENTE:				
IGNIS				
PROYECTO: LSAT/30KV PSPV MASTIL SOLAR - S.T. RECECHO				
TÍTULO:				
PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SITUACIÓN				
N° PLANO:	SFL-003.032.20.0-1001	FECHA:	16-07-2020	HOJA:
ESCALA:	1/25.000	TAM:	A2	REVISIÓN:
				R1

PSFV DRIZA SOLAR

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA FV DRIZA SOLAR
134,72 MWp / 112,50 MW instalados
E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN 30 kV
TT.MM. PERALES DE TAJUÑA, VALDILECHA
Y CAMPO REAL
(MADRID)



DOCUMENTO 01

-

MEMORIA

3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La planta fotovoltaica Driza Solar es una instalación con una potencia pico de 134,72 MWp y una potencia instalada de 112,50 MW, que convierte la energía que proporciona el sol en energía eléctrica. Dicha energía eléctrica se genera en corriente continua, que posteriormente se convierte en energía alterna en baja tensión mediante unos equipos electrónicos denominados inversores. La energía eléctrica de baja tensión es elevada a alta tensión mediante transformadores de potencia y agrupada en diferentes circuitos.

La configuración del campo solar planteada para esta planta fotovoltaica es de agrupación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos, dispuestos sobre estructura de seguidores solares a un eje.

Según los cálculos eléctricos que se incluyen en el Anexo I, con el módulo de 450 WP seleccionado, la configuración eléctrica en corriente continua elegida supone la conexión de cadenas (o strings) de 27 módulos en serie máximo para no superar en las condiciones más desfavorables la tensión máxima de entrada del inversor.

Por su parte, los seguidores solares seleccionados pueden alojar 27 módulos en cada una de sus 3 filas, moviendo un total de 81 paneles solares a la vez. Se trata de seguidores horizontales monofila con tecnología de seguimiento a un eje en dirección Este-Oeste, dispuestos en el terreno en dirección norte-sur.

Las cadenas se agruparán en bloques o subplantas compuestas cada uno por grupos de cadenas que se conectan a un mismo inversor, teniendo cada bloque 1 ó 2 inversores en función de las necesidades.

Mediante los inversores, a través de procesos electrónicos, se convertirá la energía en corriente continua suministrada por las distintas agrupaciones de módulos en energía en corriente alterna de baja tensión, para que posteriormente, en los Power Block, sean los transformadores de BT/AT los que eleven la tensión al valor necesario de alta tensión para su recogida en la subestación elevadora mediante una red subterránea. Dicha red subterránea, compuesta de 8 circuitos, llevará la energía generada hasta la subestación elevadora 220/30 kV.

Se incluye a continuación un cuadro resumen con las características de la planta:

01. MEMORIA

PLANTA FOTOVOLTAICA		UNIDAD
Provincia	Madrid	-
Municipio	Perales de Tajuña / Valdilecha	-
Superficie	249,37	ha
Potencia pico	134,72	MWp
Potencia instalada	112,50	MW
Potencia nominal	103,65	MW
MODULOS FOTOVOLTAICOS		
Nº Paneles	299.376	Ud
Fabricante	Canadian Solar	-
Modelo	CS3W-450MS	-
Potencia	450	Wp
Nº Paneles/Strings	27	Ud
SEGUIDORES		
Nº Seguidores	3696	Ud
Nº Strings	11088	Ud
Pitch	6,65	m
Fabricante	PVH	-
Modelo	Monoline 3H	-
Tecnología	Seguimiento a un eje E-O	-
INVERSORES		
Nº Inversores	45	Ud
Fabricante	SMA	-
Modelo	Sunny Central 2500-EV	-
Potencia nominal	2500	kVA
Tensión max entrada DC	1500	V
TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
Nº Transformadores	24	Ud
Potencia nominal	21 x 5000 + 3x 2500	kVA
Tensión primaria	30	kV
LÍNEAS MEDIA TENSIÓN 30 kV		
O&M	68	m
L11	4987	m
L12	10237	m
L13	8610	m
L14	10225	m
L15	7921	m
L16	7326	m
L17	9624	m
L18	7906	m

Tabla 12: Características de la planta.

El inversor y el transformador junto con las celdas de alta tensión, los cuadros de baja tensión y los equipos auxiliares necesarios, estarán ubicados sobre una plataforma denominada

01. MEMORIA

skid, formando un Power Block. Las dimensiones interiores de aquellas envolventes con dos inversores son de 12.192 x 2.896 x 2.438 mm (longitud x altura x anchura) y para aquellas envolventes con un único inversor son de 6.058 x 2.591 x 2.438 mm (longitud x altura x anchura).

Estos Power Block se unirán entre sí mediante 8 circuitos subterráneos de 30 kV. Desde los últimos Power Block de las líneas interiores de alta tensión se evacuará la energía generada hasta la "SET Rececho 220/30 kV". La configuración de la planta se resume en la siguiente tabla:

01. MEMORIA

POWER BLOCK	Nº Inversor	Nº Trackers	Nº Strings	Nº Módulos	Potencia (MWp)	Ratio Pp/Pn
01	Total	176	528	14256	6,42	-
	01.1	88	264	7128	3,21	1,28
	01.2	88	264	7128	3,21	1,28
02	Total	157	471	12717	5,72	-
	02.1	79	237	6399	2,88	1,15
	02.2	78	234	6318	2,84	1,14
03	Total	150	450	12150	5,47	-
	03.1	74	222	5994	2,70	1,08
	03.2	76	228	6156	2,77	1,11
04	Total	164	492	13284	5,98	-
	04.1	82	246	6642	2,99	1,20
	04.2	82	246	6642	2,99	1,20
05	Total	178	534	14418	6,49	-
	05.1	88	264	7128	3,21	1,28
	05.2	90	270	7290	3,28	1,31
06	Total	184	552	14904	6,71	-
	06.1	92	276	7452	3,35	1,34
	06.2	92	276	7452	3,35	1,34
07	Total	184	552	14904	6,71	-
	07.1	93	279	7533	3,39	1,36
	07.2	91	273	7371	3,32	1,33
08	Total	153	459	12393	5,58	-
	08.1	78	234	6318	2,84	1,14
	08.2	75	225	6075	2,73	1,09
09	Total	140	420	11340	5,10	-
	09.1	70	210	5670	2,55	1,02
	09.2	70	210	5670	2,55	1,02
10	Total	147	441	11907	5,36	-
	10.1	72	216	5832	2,62	1,05
	10.2	75	225	6075	2,73	1,09
11	Total	82	246	6642	2,99	-
	11.1	82	246	6642	2,99	1,20
12	Total	153	459	12393	5,58	-
	12.1	74	222	5994	2,70	1,08
	12.2	79	237	6399	2,88	1,15
13	Total	74	222	5994	2,70	-
	13.1	74	222	5994	2,70	1,08

01. MEMORIA

POWER BLOCK	Nº Inversor	Nº Trackers	Nº Strings	Nº Módulos	Potencia (MWp)	Ratio Pp/Pn
14	Total	140	420	11340	5,10	-
	14.1	70	210	5670	2,55	1,02
	14.2	70	210	5670	2,55	1,02
15	Total	147	441	11907	5,36	-
	15.1	75	225	6075	2,73	1,09
	15.2	72	216	5832	2,62	1,05
16	Total	182	546	14742	6,63	-
	16.1	92	276	7452	3,35	1,34
	16.2	90	270	7290	3,28	1,31
17	Total	182	546	14742	6,63	-
	17.1	91	273	7371	3,32	1,33
	17.2	91	273	7371	3,32	1,33
18	Total	183	549	14823	6,67	-
	18.1	91	273	7371	3,32	1,33
	18.2	92	276	7452	3,35	1,34
19	Total	166	498	13446	6,05	-
	19.1	83	249	6723	3,03	1,21
	19.2	83	249	6723	3,03	1,21
20	Total	137	411	11097	4,99	-
	20.1	69	207	5589	2,52	1,01
	20.2	68	204	5508	2,48	0,99
21	Total	182	546	14742	6,63	-
	21.1	91	273	7371	3,32	1,33
	21.2	91	273	7371	3,32	1,33
22	Total	164	492	13284	5,98	-
	22.1	83	249	6723	3,03	1,21
	22.2	81	243	6561	2,95	1,18
23	Total	92	276	7452	3,35	-
	23.1	92	276	7452	3,35	1,34
24	Total	179	537	14499	6,52	-
	24.1	90	270	7290	3,28	1,31
	24.2	89	267	7209	3,24	1,30

Tabla 13. Resumen de la configuración de la planta.

A continuación, se realiza una descripción de los distintos sistemas que componen la planta.

3.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico lo compone un campo de módulos fotovoltaicos conectados en serie y en paralelo junto con sus estructuras portantes. El número de módulos conectados en serie, denominado cadena o “string”, determina la tensión de operación del campo fotovoltaico, debiendo ser menor que la tensión máxima admisible en la entrada de corriente continua del inversor bajo cualquier circunstancia, siendo 1500 V_{cc} máximo para el inversor seleccionado. Por otro lado, el número de strings colocados en paralelo determina la potencia de la planta.

Las características del generador fotovoltaico del presente proyecto en condiciones STC son:

Característica	Valor
Potencia pico panel (Wp)	450
Nº total de módulos (Ud)	299.376
Nº de módulos serie (Ud)	27
Nº total de strings (Ud)	11088
Número total seguidores (Ud)	3696

Tabla 14: Características del generador fotovoltaico.

3.3 MÓDULO FOTOVOLTAICO

El módulo fotovoltaico es el encargado de convertir la radiación solar en energía eléctrica, es por tanto un elemento clave dentro de la instalación. Para su elección se tienen en cuenta diversos aspectos técnicos:

- Tecnología utilizada
- Comportamiento ante las condiciones ambientales
- Estabilidad en sus características nominales
- Performance Ratio obtenido
- Disponibilidad en el mercado
- Garantía y servicio postventa del fabricante

Para el presente proyecto se han seleccionado módulos fotovoltaicos monocristalinos; están diseñados según norma IEC 61215 y fabricados con materiales probados para asegurar el servicio durante toda su vida útil. Disponen de 3 diodos de by-pass para evitar el efecto “hot spot” (punto caliente). El diodo “by-pass” permite un camino alternativo para la corriente, en una asociación en serie de células, cuando alguna de ellas está bajo sombras o no conduce corriente.

Los módulos de tecnología PERC (Passivated emitter rear cell) incorporan una capa reflectante (Dielectric Layer) en el interior, para aprovechar al máximo la radiación. Al colocar un material dieléctrico pasivo entre la capa de aluminio y la capa base de silicio se consigue que los

01. MEMORIA

fotones de la luz infrarroja no penetren hasta la capa de aluminio, sino que sean reflejados y permitan generar corriente entre la capa base y la emisora.

El módulo fotovoltaico se suministra con 2 latiguillos de cable solar, especialmente diseñado para instalación en intemperie en las más duras condiciones atmosféricas, 1,67 m de longitud en material de cobre de sección 4 mm², para permitir la interconexión de los módulos. En los planos adjuntos a este proyecto, se encuentra un detalle de esta interconexión.

Las principales características eléctricas del módulo fotovoltaico en condiciones STC son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Tipo módulo	Canadian Solar CS3W – 450MS	-
Potencia nominal	450	Wp
Tensión en el punto P_{max} - V_{MPP}	40,5	V
Corriente en el punto P_{max} - I_{MPP}	11,12	A
Tensión en circuito abierto- V_{oc}	48,70	V
Corriente de cortocircuito- I_{sc}	11,65	A
Eficiencia del módulo	20,37	%
Temperatura de funcionamiento	-40 a + 85	°C
Tensión máxima del sistema	1500 Vdc (IEC)	V
Valores máximos recomendados de los fusibles	20	A
Tolerancia de potencia nominal	0 a +5	W
Coeficiente de temperatura de P_{max}	-0,36	%/°C
Coeficiente de temperatura de V_{oc}	-0,29	%/°C
Coeficiente de temperatura de I_{sc}	0,05	%/°C
Temperatura nominal de operación	42 ± 3	°C

Tabla 15: Características eléctricas del módulo fotovoltaico seleccionado.

Las principales características mecánicas del módulo fotovoltaico son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Tipo célula	Monocrystalina	-
Dimensiones célula	156x156	mm
Nº células	144 (2x12x6)	-
Dimensiones	2108x1048x40	mm
Peso	24,9	kg
Vidrio frontal	3,2 vidrio templado	mm
Estructura	aleación aluminio anodizado	-
Caja de conexión	IP68	-
Diodos de bypass	3 diodos	-
Cables de salida	TUV 1x4	mm ²
Longitud cables de salida	1670	mm

Tabla 16: Características mecánicas del módulo fotovoltaico seleccionado.

3.4 ESTRUCTURA SOPORTE. SEGUIDOR SOLAR

La estructura solar es el elemento de la instalación que soporta los paneles fotovoltaicos y el motor de seguimiento. Dicha estructura asegura el anclaje y la estabilidad del generador solar, transmitiendo los esfuerzos que se generan sobre el campo fotovoltaico al suelo. Además, es la encargada de establecer la disposición y geometría del campo fotovoltaico, orientando los paneles según la tecnología con la que esté diseñada.

El tipo de seguidor seleccionado será el modelo PVH-MONOLITE 3H del fabricante PVH o similar, que permite un ángulo de giro de $\pm 55^\circ$.

PVH tiene dentro de su gama de seguidores solares este modelo inalámbrico de un eje horizontal, llamado **Monoline 3H**, que tiene la posibilidad de autoalimentarse, por lo que es un producto adecuado para terrenos montañosos y parcelas con formas irregulares, así como para aquellos que presentan obstáculos.

El seguidor *Monoline 3H* tiene la capacidad para integrar tres strings de módulos fotovoltaicos; tiene una arquitectura de motor por fila y nueve postes por seguidor, lo que permite una instalación más rápida y menos costosa. Además, tiene un diseño optimizado estructural y electromecánico, calidad de componentes listos para usar, bajo mantenimiento y es adecuado para integrarse con la mayoría de los sistemas SCADA.

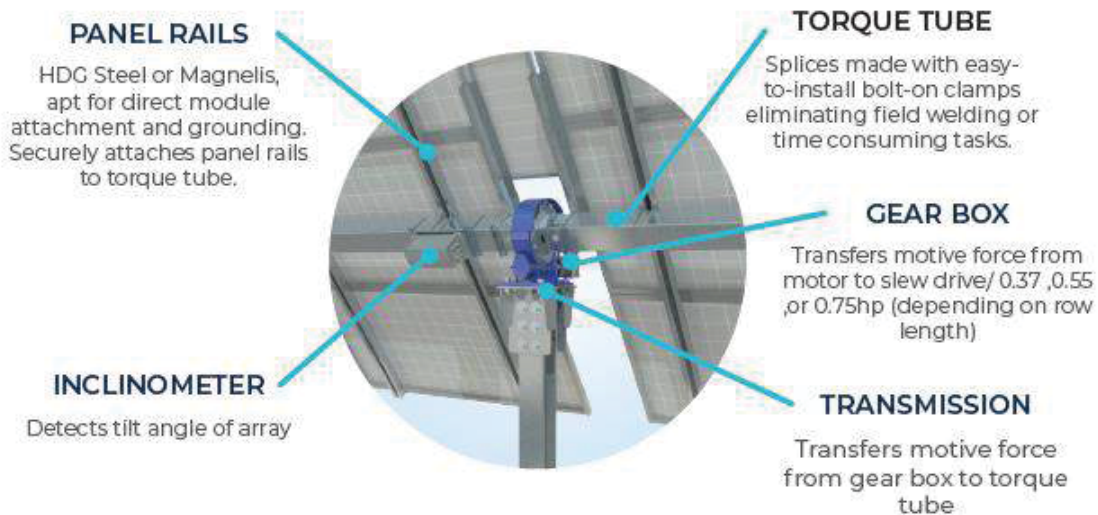


Ilustración 3: Detalle seguidor solar seleccionado (PVH-MONOLITE 3H)

Las principales características del seguidor son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Marca	PVH	-
Modelo	Monoline 3H	-
Ángulo de rotación	± 55	°
Método seguimiento solar	Un eje E-O	-
Nº módulos por seguidor	81	Ud

Tabla 17: Características del seguidor seleccionado.

Las principales características del seguidor son las siguientes:

- Especialmente indicado para terreno montañoso e irregular, y para zonas con obstáculos.
- Sólo tiene nueve postes por seguidor, lo cual proporciona una instalación más rápida y menos costosa al EPC.
- Sujeción directa del módulo a raíles de acero rígido, para eliminar la expansión vibratoria/térmica y los riesgos de ajustar en exceso las abrazaderas de aluminio.
- Diseñado para durar 25 años.
- Está dotado con la tecnología “backtracking”, la cual permite que durante las primeras o últimas horas del día que los seguidores “hablen” entre sí para determinar el mejor ángulo de posicionamiento con el que evitar parte del sombreado mutuo y optimizar la producción.
- Fácil de operar.
- Se integra con la mayoría de sistemas SCADA por control remoto.
- Los raíles están hechos de acero galvanizado en caliente o Magnelis, y son aptos para sujetar directamente el módulo y la base.
- Los raíles quedan firmemente sujetos al tubo de torsión, el cual forma el eje de rotación mediante la unión de varias secciones de tubo con abrazaderas fáciles de instalar, evitando pérdidas de tiempo con soldaduras en terreno u otras tareas.

La opción preferente, a no ser que los estudios geotécnicos indiquen lo contrario, es la hinca directa, sin uso de hormigón ni materiales adicionales.

Los postes de la estructura irán hincados principalmente, siendo solo necesario su hormigonado en caso de que se produzca rechazo o se prevean zonas de extrema dureza del terreno, cuyos resultados dependerán del estudio geotécnico del mismo.



Ilustración 4: Ejemplos de hincado

El resto de las características y su descripción más detallada se encuentra en la hoja de características recogida en el Anexo IV de la presente Memoria.

3.5 INVERSOR

Los inversores son los componentes que transforman la corriente continua generada por los campos fotovoltaicos a corriente alterna. Estos inversores son de tipo y características específicas para un sistema de conexión a red, tanto en tensión como en frecuencia, para no alterar el buen funcionamiento de la red. La generación de armónicos deberá estar dentro de los límites tolerables.

Para este proyecto se han seleccionado inversores de la marca SMA SUNNY CENTRAL 2500-EV, de 2500 kVA de potencia a 35 °C, que serán instalados sobre una plataforma.

El funcionamiento del inversor será totalmente automático. A partir de que los módulos solares generen potencia suficiente, la electrónica implementada en el inversor junto con el PPC de planta regulará la tensión, la frecuencia y la producción de energía. Al alcanzar cierto nivel mínimo de potencia, el aparato comenzará a inyectar a la red.

El inversor funciona de manera que convierta la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

Las características principales del inversor seleccionado son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Fabricante	SMA	-
Modelo	SUNNY CENTRAL 2500-EV	-
Rango potencias DC @ 25°	2500	kWp
Rango de tensión MPP	850 - 1425	V
Potencia nominal	2500	kVA
Tensión máxima	1500	V
Corriente máxima DC	3200	A
Corriente máxima cortocircuito DC	4300	A
Corriente máxima AC	2624	A
Frecuencia nominal	50/60	Hz
Factor de potencia	± 0,8	-
Eficiencia máxima	98,6	%
Euroeficiencia	98,3	%

Tabla 18: Características del inversor seleccionado.

Además del caso en que los paneles no produzcan energía suficiente, y a excepción de las condiciones previstas por la compañía para la regulación y el control de la planta, el inversor se desconectará en los supuestos siguientes:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.

Los inversores se localizarán lo más próximo posible al centro de gravedad del campo fotovoltaico, con el fin de reducir las pérdidas de energía en el cableado de baja tensión.

Los inversores disponibles en el mercado pueden funcionar respecto de la entrada de corriente continua de forma flotante o con el negativo puesto a tierra.

01. MEMORIA

De manera general se elegirá funcionar de forma flotante, requiriéndose protecciones tanto en el polo positivo como en el polo negativo de los conductores de corriente continua. La supervisión del aislamiento lo podrá proporcionar un vigilante de aislamiento por cada centro transformador, ubicado aguas abajo de los inversores.

Las protecciones que vienen incorporadas en el inversor son:

- En la parte de corriente continua (entrada):
 - Fusibles en el polo positivo y negativo de cada entrada.
 - Vigilante de fallo de aislamiento.
 - Seccionador de corte en carga.
 - Protección por sobretensión tipo II.
- En la parte de corriente alterna (salida):
 - Interruptor automático de 4 polos a la salida del inversor.
 - Protecciones de sub/sobre frecuencia y tensión.

En cuanto a las funciones de respaldo de red, incluye las siguientes:

- Perturbaciones y Huecos de tensión:

El inversor soporta los huecos de tensión según el perfil que sea requerido. Pueden compensar el hueco inyectando corriente reactiva requerida, dentro de los criterios establecidos en el P.O. 12.3 de REE, alimentando la falla tanto tiempo como sea necesario mientras no se excedan los límites de las protecciones.
- Sistema de regulación de Frecuencia (FRS):

El inversor incluye un algoritmo de reducción de potencia activa según la caída de frecuencia para proporcionar estabilidad a la red.
- Deslizamiento de la frecuencia:

Los inversores pueden ajustar el rango y los tiempos de las protecciones de frecuencia proporcionándoles una gran flexibilidad y que puedan cumplir con futuros requerimientos.
- Protección anti-isla:

Los inversores combinan métodos activos y pasivos que eliminan los disparos intempestivos y reduce la distorsión de la red de acuerdo con la IEC 62116 y la IEEE 1547.
- Limitación de Potencia:

Los inversores incorporarán funcionalidad de limitación de potencia, incorporada en el sistema SCADA de control de planta, de forma que reducirá la potencia de salida disponible del inversor en corriente alterna en caso de ser exigida por el operador, o por condiciones de red se requiera no sobrepasar un valor de potencia determinada en el punto de conexión.

3.6 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN o POWER BLOCK

Está prevista la instalación de 24 Centros de Inversión y Transformación de alta tensión, denominados como Power Block o PB, que tendrán la misión de elevar la tensión de salida, para minimizar las pérdidas, antes de enviar la energía generada por la instalación fotovoltaica a la subestación.

Dichos Power Block estarán formados por una losa de hormigón que hará las veces de plataforma.

Estos centros incluirán en su interior los siguientes sistemas:

- Cajas de Nivel II (en caso de ser requeridas)
- Cuadro de protección AC
- Inversor (1 o más)
- Cuadro de servicios auxiliares
- Armario de control
- Transformador de potencia
- Celdas de alta tensión
- Equipos de ventilación
- UPS de 40 kVA o similar
- Transformador de SSAA (30 kVA o similar)
- Red de tierras de protección y servicio

Estará diseñado y fabricado para que el acceso pueda realizarse a través de los viales interiores de la planta.

Alrededor de la losa se dispondrá electrodos de tierra para conseguir una resistencia de tierra conforme a la normativa, las líneas de tierra que conecten a estos electrodos estarán constituidas por cable de Cobre 0,6/1 kV de 95 mm² de sección.

Los Power Block se unirán entre sí a través de ocho circuitos subterráneos de alta tensión. Desde los últimos Power Block de cada circuito se conectará mediante línea subterránea 30 kV con la subestación "SET Rececho 220/30 kV". En la subestación colectora se instalará una celda

de línea por cada circuito proveniente de la planta. La tensión de salida de los Power Block será de 30 kV y la frecuencia de 50 Hz.

3.6.1 TRANSFORMADOR BT/AT

Cada centro inversor contará con un transformador de potencia que evacuará la potencia generada por la Planta Fotovoltaica, y con un transformador de servicios auxiliares, que alimentará los SS.AA. del centro.

Características generales:

- Los transformadores tendrán el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural en baño de aceite mineral.
- Contarán con sensor de temperatura.
- Las pérdidas en vacío no podrán superar los valores de 0,1% y del 1% en el cobre a plena potencia.
- Aislamiento galvánico y con salida de bornes para PAT (Puesta A Tierra) de pantalla electrostática.
- Cada transformador estará conectado en sus devanados de baja tensión a la salida en alterna del inversor, el cableado se ejecuta a lo largo de conductos metálicos debidamente protegidos e indicados.
- Los transformadores de potencia estarán situados junto a los inversores, minimizando así la longitud del cableado de baja tensión entre ellos.
- El cable utilizado es especial, con el nivel de aislamiento de acuerdo a la instalación y preparado para operar al aire libre.
- Tanto el cableado de baja tensión como el de alta tensión se colocará sobre bandeja metálica.
- Los transformadores de potencia cumplirán con lo establecido en la Directiva 2009/125/CE de la UE en materia de ecodiseño. Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility)

Los transformadores elevadores BT/AT se encargan de elevar la tensión hasta la de la red en la que se va a inyectar la energía y, además, sirven como separación galvánica entre los inversores y la red de corriente alterna. Las características principales de los transformadores BT/AT son las siguientes:

Nº transformadores	24	Ud
Potencia nominal	2500 o 5000	kVA
Nº devanados secundarios	2 o 1	Ud
Alta tensión	30	kV
Baja tensión	0,55/0,55 o 0,55	kV
Grupo de conexión	Dy11y11 o Dy11	-
Impedancia	7-7 o 7	%

Tabla 19: Características principales transformador.

3.6.2 TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Los transformadores auxiliares BT/BT suministran energía para la alimentación de los consumos propios de los Power Blocks, cuadros de monitorización y resto de servicios auxiliares. La potencia del transformador de servicios auxiliares de los Power Block será de 30 kVA y la potencia del transformador de servicios auxiliares del edificio O&M será de 250 kVA. Estos transformadores auxiliares se alimentarán a partir de la propia producción de la planta fotovoltaica.

3.6.3 CELDA DE ALTA TENSIÓN

Las celdas de alta tensión serán del tipo metálica prefabricada, modular, de aislamiento y corte en SF6, con las funciones L+P.

- Tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Asimismo, mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo.
- El dieléctrico utilizado como medio de aislamiento será SF6 y el medio de extinción será SF6.
- El equipo se diseñará de modo que evite el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento.
- Las celdas serán a prueba de arco interno.
- Las celdas serán construidas en plancha de acero galvanizado.
- La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las celdas de Alta Tensión.
- En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje.
- La conexión de cables será mediante bornas enchufables.
- Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada.

01. MEMORIA

- Cumplirán con toda la reglamentación vigente sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas, así como el Reglamento Electrotécnico para BT.

Se emplearán celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 62271-200.

Se preverán sistemas de alarma por pérdida de gas (disminución de la densidad), salvo cuando el diseño de las celdas o conjuntos esté contrastado mediante los correspondientes ensayos, de forma que el fabricante pueda garantizar que las pérdidas de gas no influyen en su vida útil, siendo ésta superior a treinta años. No obstante, si la presión absoluta mínima de funcionamiento referida a 20 °C que garantiza los valores asignados de la aparamenta es superior a 1,2 bares, será necesario al menos, un indicador de presión.

La envoltorio metálica de la celda debe presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior, además de la protección contra daños mecánicos y de arco debidos a defecto interno.

Todas las superficies exteriores de la envoltorio deberán estar protegidas contra los agentes externos, de forma que se garantice una eficaz protección corrosiva.

Características generales celdas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 70 kV eficaces
 - A impulso tipo rayo: 170 kV cresta
- Intensidad asignada general: 630 A
- Intensidad asignada (transformador): 200 A
- Intensidad nominal admisible (1s): 16 kA eficaces
- Grado de protección de la envoltorio: IP54 según UNE 20324
- Aislamiento: SF₆
- El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- El embarrado general de las celdas se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo. Estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.
- Las piezas de conexión entre celdas dependerán del tipo y fabricante de las celdas.

3.7 EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La evacuación de la energía eléctrica producida en la planta fotovoltaica se realiza mediante una red de alta tensión a 30 kV que asocia los distintos Power Block en 8 circuitos subterráneos. Desde el último Power Block de cada circuito se conectará mediante línea subterránea 30 kV con la subestación “SET Rececho 220/30 kV”. Posteriormente mediante una línea de alta tensión 220 kV se conectará con la subestación “SET Grillete 220/30 kV”. Desde allí, mediante una línea de 220 kV se conecta con la “SET Noguera 220/30 kV” donde llegan a su vez las líneas de las plantas del nudo restantes. Desde allí, mediante distintas infraestructuras compartidas con otros promotores se conectará con la subestación “San Fernando Renovables 400/220 kV”. Allí, se agrupan en un único embarrado de 400 kV del que partirá la última línea hacia la “SET San Fernando 400 kV” propiedad de REE.

3.8 SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA

La instalación dispondrá de una serie de sistemas que complementan la operatividad de la misma. La energía necesaria para la alimentación de los sistemas complementarios será aportada por la propia energía producida en la planta durante las horas de generación. Cuando no se esté generando energía, ésta se consumirá de la red eléctrica a través de la propia infraestructura eléctrica de la planta fotovoltaica, tratándose de un valor mínimo de energía necesario para la situación de “standby” hasta que se pueda volver a inyectar energía en la red.

3.8.1 SERVICIOS AUXILIARES

La función de los Servicios Auxiliares de corriente alterna de la instalación fotovoltaica es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión necesario para la explotación, seguridad y mantenimiento de la instalación.

Cada bloque de potencia (conjunto Inversor-Transformador) contará con un cuadro eléctrico para servicios auxiliares. En este cuadro general se instalarán las salidas y protecciones para los diferentes circuitos: circuitos de iluminación, tomas de fuerza, cuadros de monitorización, cuadros auxiliares, etc. Estará dimensionado, además, con salidas de reserva para posibles ampliaciones. Todos los circuitos se protegerán adecuadamente con un interruptor automático y un interruptor diferencial, si es necesario.

El edificio de O&M también contará con un cuadro de SS. AA que se alimentará a través de un transformador de potencia 30/0,42 kV ubicado dentro de la sala eléctrica del edificio. Igualmente, el cuadro eléctrico general del edificio constará con salidas y protecciones para los diferentes circuitos de iluminación, fuerza, auxiliares, etc.

Para las líneas de alimentación de corriente alterna en baja tensión se utilizará cable de cobre de 0,6/1 kV. La sección del conductor se elige teniendo en cuenta el REBT y los siguientes criterios: intensidad de cortocircuito, intensidad máxima admisible y caída de tensión.

3.8.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

Se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permite mantener operativo el sistema de control y monitorización, y el sistema de seguridad ante posibles cortes de alimentación durante un mínimo de una hora.

3.8.3 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de control de la instalación fotovoltaica permitirá controlar desde un PC todas las diferentes variables de la instalación: parámetros de funcionamiento del inversor e histórico de datos. Esta comunicación es posible mediante tarjetas integrables en los inversores que permiten la comunicación entre la instalación fotovoltaica y un PC.

En esta instalación fotovoltaica se ha optado por la comunicación vía FO, por lo que los elementos que se instalarán serán:

- Cable de comunicaciones de fibra óptica entre los inversores y el PC.
- Tarjetas de entradas analógicas en los inversores para la lectura de variables meteorológicas externas provenientes de la estación meteorológica.
- Tarjetas en los inversores para la conexión con el PC.

En la sala de control del promotor se instalará un PC para visualizar las variables de la instalación y gestionarla lo más eficientemente posible. En el PC se instalará un software que permita la integración de inversores y dispositivos para el control bajo un mismo software. Este software posibilita:

- Configuración individual de cada uno de los inversores de la instalación.
- Visualización on-line de las variables internas del inversor.
- Visualización de todos los inversores de la planta en una misma pantalla.
- Posibilidad de captura y archivo en disco del histórico de datos.
- Representación del histórico de datos en forma de tablas o gráficas de diversos tipos.
- Almacenamiento de datos.
- Módem configurable para el envío de alarmas por SMS.

La relación de variables visualizables on-line y que son memorizadas por el inversor son las siguientes:

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a red.

01. MEMORIA

- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.
- Tensión de los paneles solares.
- Corriente y potencia de los paneles solares.
- Corriente y potencia de salida a la red.
- Coseno de Φ .
- Signo del seno de Φ .
- Tensión de la red.
- Frecuencia de la red.
- Fecha y hora actual.

En el display informativo aparecen los parámetros más importantes de la instalación:

- Energía acumulada.
- Energía diaria.
- Potencia instantánea.
- Irradiancia.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.
- Velocidad del viento.

El fondo de pantalla es personalizable y la presentación de datos en pantallas en formato TFT, LCD, etc.

El sistema de control será el encargado de adquirir los datos desde los PLCs de campo, visualizarlos y almacenarlos, además, estará comunicado con el SCADA del despacho de producción de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral de la planta.

Con la información suministrada por la red de PLCs, el sistema local de supervisión y mando SCADA tendrá una visión completa del estado de la planta y permitirá un mejor aprovechamiento de la misma, permitiendo detectar averías en tiempo real, tomar medidas correctoras que eviten la inutilización de un equipo y la correspondiente pérdida de producción.

3.8.4 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La estación meteorológica a instalar tiene como objeto la toma de datos meteorológicos en el emplazamiento. Se instalará al menos 11 estaciones meteorológicas, disponiéndose de piranómetros en al menos dos puntos extremos de la planta. Constarán de sensores para medir los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal.
- Irradiación en el plano de los módulos.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitación.
- Presión atmosférica.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.

Cada estación meteorológica contendrá:

- Unidad de Adquisición de Datos Sistema Datalogger de registro y transmisión de datos.
- Unidad de Transmisión de datos a ordenador central. Opción GPRS-IP.
- Registro de parámetros en data-logger.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary Standard en el plano de los módulos, según el movimiento del seguidor.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary Standard situado en el plano horizontal.
- Sensores de temperatura y humedad relativa del aire.
- Torreta y mástil. Soporte tubular superior ajustable a 1,5 m de longitud, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.
- Termopares para la medición de los datos de temperatura de la célula.
- Células de referencia calibradas por cada plano de orientación de módulos.
- Pluviómetro.
- Velea y Anemómetro.
- Barómetro.

- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y comunicaciones.
- La estación dispondrá de un sistema de panel fotovoltaico y batería para su alimentación eléctrica. También se le dotará de una conexión a la red de servicios auxiliares.

3.8.5 ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación perimetral de la planta consistirá básicamente en tres subsistemas, iluminación estándar, iluminación emergencia e iluminación sorpresiva. La primera proveerá la iluminación necesaria en condiciones normales de operación de la planta, mientras que la segunda proporcionará la iluminación suficiente para casos de emergencia. La iluminación sorpresiva se activará en condiciones de vigilancia y seguridad.

Los sistemas estarán alimentados desde el Power Block más próximo y controlados desde la sala de control en el edificio de O&M.

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

La iluminación de emergencia estará formada principalmente por el conjunto de luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección, que responderán al modo de operación no permanente, es decir, la fuente lumínica sólo está encendida cuando falla la alimentación de alumbrado normal. La iluminación necesaria para la ruta de evacuación será de mínimo 1 lux, siendo en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado de mínimo 5 lux.

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

3.9 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 2% y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

01. MEMORIA

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

3.9.1 CABLEADO DE BAJA TENSIÓN

El cableado de BT que discurra al aire deberá ser de calidad solar, es decir, soportar la radiación solar directa sin sufrir daño o deterioro, poder trabajar de forma continua a 120 °C y contar con un aval de durabilidad por un periodo de, al menos, 35 años.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y están especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección clase II.

De forma general, las características que permiten considerar un equipo como perteneciente a la Clase II, aparato con doble aislamiento eléctrico, es uno que ha sido diseñado de tal forma que no requiere una toma a tierra de seguridad eléctrica.

3.9.1.1 CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA

Deben cumplir las normas y leyes Nacionales y resistir esfuerzos mecánicos, la radiación UV y otras inclemencias medioambientales.

El cable solar está especialmente diseñado para aplicaciones fotovoltaicas, siendo cable no propagador de la llama, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.

El cable solar a utilizar será unipolar de Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible). Se podrá utilizar cable de tipo solar **ZZ-F** según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

El cable solar tendrá las siguientes características mínimas:

- No propagación de la llama, según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Libre de halógenos, según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
- Baja emisión de humos, según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos, según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Vida útil 30 años, según UNE-EN 60216-2.

También se podrá utilizar cable de tipo solar **H1Z2Z2-K** 1,5/1,5 1kV(1,8)kV DC según normas EN 50618 / IEC 62930 / TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502. El cable solar tendrá las siguientes características mínimas:

- No propagación de la llama, según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.

01. MEMORIA

- No propagación del incendio, según EN 50305-9; DIN VDE 0482 parte 266-2-5.
- Libre de halógenos, según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
- Baja emisión de humos, según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos, según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Vida útil 30 años, según UNE-EN 60216-2.
- Resistencia a los rayos ultravioleta, según EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.

Cada rama del generador fotovoltaico está compuesta por módulos conectados en serie. Los módulos vendrán unidos por sus propios cables, salvo el primer y último módulo de la rama, cuyo positivo y negativo llegan hasta la primera caja de protecciones CC. Los cables de string podrán ir fijados a la estructura o a un cable fiador.

Desde la caja de protecciones hasta el inversor, se dispondrá del tipo de cable AL XZ1 (S) 0,6/1 kV de material aluminio. En algunos casos, duplicando circuitos para minimizar las caídas de tensión.

- Aislamiento: mezcla de polietileno reticulado (XLPE).
- Cubierta: mezcla especial libre de halógenos tipo Flamex DMO 1.
- Rango de trabajo: -40 °C a +90 °C.
- Temperatura de cortocircuito 250 °C

3.9.1.2 CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA

La interconexión entre los inversores y el transformador de un mismo bloque será suministrada por el fabricante del inversor, puesto que se instalará un skid completo, con toda la interconexión eléctrica necesaria.

Para las alimentaciones auxiliares se utilizará cable de cobre de 0,6/1 kV y se calculará según el REBT.

3.9.2 CABLEADO DE ALTA TENSIÓN

Cada uno de los circuitos discurren subterráneos por el lateral de los caminos o entre filas de estructura enlazando las celdas de cada CT con las celdas de 30 kV de la subestación. Por la misma canalización se prevé un cable de enlace de tierra o de acompañamiento de 1x35 mm² en cobre desnudo, que une los CTs entre sí y con la puesta a tierra general.

Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de AT, se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control de la planta fotovoltaica.

01. MEMORIA

- Se utilizarán cables de aluminio con aislamiento HEPR 18/30 kV y secciones, 240, 400, 630 mm².
- Cumplirán con los requisitos correspondientes a las normas UNE, todos los requisitos del Reglamento de líneas alta tensión, así como los impuestos por la compañía eléctrica.
- Donde sea requerido por compañía eléctrica o normativa autonómica los cables aislados cumplirán con grado de seguridad normal (S) o grado de alta seguridad (AS).
- Montaje subterráneo entre PB's, con arena de río y placa de señalización.
- No se colocarán empalmes entre tramos que conecten PB's.

3.9.3 CABLEADO DE COMUNICACIÓN

Los cables de transmisión de datos deberán resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV si no están protegidos con tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental.

- En el caso de comunicaciones por fibra óptica se utilizará fibra óptica monomodo 9/125.
- Todos los cables de comunicación irán protegidos bajo tubo de PVC.
- La FO monomodo podrá ir sin entubar siempre y cuando la cubierta del cable esté preparada para ello.

3.9.4 CABLEADO DE TIERRA

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa transportista, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de transporte.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa transportista de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro.

Para la red de tierras de protección de BT se realizará un mallado a base de cable de Cu de 35 mm² desnudo para ir conectando a él todas las estructuras metálicas (estructuras soporte, carcasas de cuadros, bandejas porta cables, etc). De cada anillo bajará un cable desnudo de 35 mm² en la que irá conectada una pica de puesta a tierra.

Las cajas de protección de continua se conectarán con cable de Cu de 35 mm² desnudo.

Para justificar que la resistencia a tierra (R_t) es lo suficientemente baja se cumplirá lo especificado en los reglamentos. Cuando finalice la obra, se medirán las tensiones de paso y contacto y se asegurará que su valor sea inferior a los valores marcados por la ITC-RAT-13.

3.9.5 CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros serán verificados, probados y ensayados según la normativa vigente. Se entregarán con su correspondiente protocolo de ensayos, verificación y pruebas y su correspondiente juego de planos desarrollados.

Se entregará declaración de conformidad certificado IP, de tensión de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Deberán marcarse los componentes del cuadro, así como sus cables según lo especificado en los planos desarrollados. Respecto a éstos se respetarán los colores prescritos en la normativa.

Dichos cuadros tendrán las siguientes características:

- Para instalaciones exteriores en material poliéster y en interiores en chapa.
- Serán auto extingüibles.
- Las cajas de intemperie cumplirán con IP65, mientras que las de interior tendrán un mínimo de IP20.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.
- Resistentes a la temperatura: -40°C y 100 horas a $+150^{\circ}\text{C}$.
- Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con IP68.
- El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.
- Apertura por medio de puerta abatible con llave.
- Se realizarán los ensayos relativos a los riesgos del fuego.
- En caso de cierre con tornillos estos deberán ser imperdibles.
- No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.
- Todos los armarios dispondrán de una borna o barra de conexión a tierra.
- Las bornas que se empleen en la parte CC serán capaces de soportar una tensión de al menos $1.500\text{ V}_{\text{CC}}$.

01. MEMORIA

- Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, módulos, inversores, motores, etc.) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.
- Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.

3.9.5.1 CAJAS DE CORRIENTE CONTINUA

Las cajas tendrán las siguientes características:

- Tensión de aislamiento de 1,5 kV.
- Las bases serán accesibles y maniobrables una vez los cuadros estén cableados.
- Número mínimo de entradas CC 6. Sección de cable recomendada mínimo 95 mm².
- Sección máxima de salida CC 300 mm². En algunos casos más de un circuito.
- Portafusibles seccionables:
 - Seccionables manualmente.
 - Fusibles para continua.
 - Tensión de empleo 1.500 Vcc.
- Seccionador de corte en carga:
 - 1.500 Vcc tensión de funcionamiento.
 - Intensidad nominal 80-400 A.
 - Apertura/Cierre Manual (en local).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD):
 - Dispositivos de Clase I+II.
 - Cumplirán con UNE EN 61643-11.
- Cumplirán todas las especificaciones de las normas:
 - UNE-EN relativa a los cuadros eléctricos de baja tensión.
 - ETG-1020 de sismicidad de Endesa-Ingendesa e IEEE Std 693-1997 en la condición de high Seismic Performance Level.

3.9.5.2 CAJAS DE CORRIENTE ALTERNA

A la salida de los inversores se dispondrá de magnetotérmico, es decir, elementos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y elemento de corte en carga.

Cumplirán todas las especificaciones de las normas:

- UNE-EN relativa a los Cuadros eléctricos de baja tensión.

3.9.5.3 EQUIPOS DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

Equipos medida

En Alta Tensión se instalará un Equipo de Medida Totalizadora bidireccional y estará dotado de Módem de comunicaciones para telemedida.

Protecciones

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente, según Real Decreto 1699/2011 y 1955/2000, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluyendo lo siguiente:

- Interruptor general de apertura manual en el punto de conexión, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de realizar la desconexión manual.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de continua de la instalación.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Este interruptor dispondrá de los relés de protección siguientes:
 - Protección de mínima tensión, uno por fase, ajustados a 0,85 Um en instantáneo. Puede estar incorporado en el inversor.
 - Protección de máxima tensión, ajustado a 1,1 Um. Puede estar incorporado en el inversor.
- Un relé de máxima y mínima frecuencia, ajustado a 51 y 49 Hz. Puede estar incorporado en el inversor.

3.10 PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra se proyectará de forma que cumpla los siguientes requisitos:

01. MEMORIA

- Garantizar la seguridad de las personas.
- Presentar una resistencia mecánica suficiente y resistencia a la corrosión.
- Ser capaz de soportar, desde un punto de vista térmico, la mayor corriente de falta.
- Evitar daños a componentes y equipos eléctricos.

La red de tierra de la instalación fotovoltaica será única y equipotencial, estará formada por un cable de cobre desnudo de 35 mm² enterrado reforzado con picas metálicas, de 2cm de diámetro y longitud 2,0 metros, que discurrirá por toda la planta formando una malla a la que irán conectados todas las estructuras y partes metálicas de la instalación, así como los anillos de puesta a tierra de los bloques de potencia, del edificio de O&M, las cajas seccionadoras, cuadros eléctricos y vallado.

Las partes metálicas de la estructura se conectarán entre sí mediante conexiones con cable desnudo de cobre estañado, aluminio o acero, o bien con cable de cobre aislado, proporcionando continuidad eléctrica a toda la estructura, formando una masa única, de acuerdo con la IEC 60364-5-54. Las picas ("patas") de la estructura del seguidor están enterradas a más de 1 m de profundidad siendo electrodos de puesta a tierra, y formarán parte del sistema de puesta a tierra.

Los siguientes elementos se deben conectar al sistema de tierras:

- Estructura y partes metálicas.
- Los marcos metálicos de los módulos fotovoltaicos, si los llevan, pese a que sean clase de protección II y se consideren aislados de tierra, estarán puestos a tierra por contacto de los perfiles metálicos de la estructura a través de la tornillería específica.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Cuadros eléctricos de baja tensión de SSAA de los bloques de potencia y cuadro de alimentación del edificio de O&M.
- Envoltentes metálicas (inversores, celdas, cabinas, vallado y cualquier caja que sea metálica).

Para los bloques de potencia (conjunto inversores/transformador), la configuración de la puesta a tierra se compone de un anillo de cobre desnudo 95 mm² directamente enterrado alrededor de todo el conjunto, con varias picas de cobre adicionales; entre 4 a 8 picas por cada anillo.

Por la canalización de alta tensión que conecte Power Blocks entre sí se prevé la instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección que conecte a la tierra general.

El vallado metálico será conectado a tierra mediante latiguillos de cobre de 16 mm² a un conductor de tierra de cobre de 35 mm² que seguirá el trazado del vallado y discurrirá por la zanja perimetral, instalándose picas cada 50 metros. El conductor de puesta a tierra perimetral formará parte de la tierra general.

De forma general, las envolventes metálicas de todos los equipos (inversor, transformador, celdas AT) se ponen a tierra mediante un latiguillo de puesta a tierra que se conecta a una pletina de cobre común. Las alimentaciones de los cuadros de servicios auxiliares, así como las protecciones diferenciales se ponen a tierra mediante el empleo del latiguillo de cobre aislado específico y se conectan a la pletina común de puesta a tierra. Esta pletina se conecta directamente al anillo de puesta a tierra mediante una unión electrosoldada.

La puesta a tierra de la planta fotovoltaica quedará conectada a la puesta a tierra de la subestación mediante un conductor de acompañamiento que discurrirá por la zanja de la línea de evacuación. Este conductor de acompañamiento también discurrirá por las canalizaciones que enlazan las celdas de los CT's. Por lo tanto, se prevé la instalación de:

- Cable desnudo 35 mm² de puesta a tierra conectado a la tierra general de la planta fotovoltaica y conectado en el extremo de la subestación.
- Para la malla de los cables de alta tensión, igualmente se conectará a la tierra general en el lado de la planta fotovoltaica y en el extremo de la subestación mediante conexión cross-bonded.

Las plataformas de los bloques de potencia (Power Block), se conectan directamente a tierra mediante cable de cobre desnudo conectándolo al anillo con una unión electrosoldada. Las conexiones de estas plataformas serán redundantes y como mínimo conectarán a la tierra general en dos puntos diferentes.

3.11 SISTEMA DE PARARRAYOS

La planta fotovoltaica contará con un sistema de protección externa e interna frente al rayo que proporcione protección y seguridad suficiente como para que los equipos no queden dañados.

Para la protección externa, se prevé la instalación de pararrayos con dispositivo de cebado que cubran el área de los alrededores de los Power Blocks, intentando cubrir la mayor superficie posible y dando prioridad a la protección de los elementos más sensibles y costosos, en este caso, los inversores.

Para la protección interna, está prevista la instalación de descargadores de tensión en las string box, y a la entrada y salida del inversor. En cada una de estas zonas se deberán instalar la protección contra sobretensiones transitorias más adecuada.

Deberán ser instalados por encima del elemento de mayor altura, esto son, el techo de los Power Block en unas zonas, y la parte superior de las estaciones meteorológicas en otras. La altura mínima de instalación será de 5 metros y siempre deberá quedar como mínimo 2 metros por encima del elemento más alto. La instalación se realizará mediante un mástil de longitud 5 metros. El dispositivo de cebado conectará con las picas de tierra mediante un cable de cobre de sección mínima 50 mm² que quedará instalado dentro de un tubo aislado de PVC.

Cada pararrayos dispondrá de su propia puesta a tierra que se unirá a la red general mediante un dispositivo tipo vía de chispas, ofreciendo aislamiento entre ambas redes en condiciones normales de operación, y ofreciendo conducción en condiciones de sobretensión.

La puesta a tierra del pararrayos se realizará mediante tres picas ubicadas en una arqueta próxima, de longitud mínima 2,0 m, dispuestas formando un triángulo, siendo considerada esta configuración la mejor para disipar con rapidez la corriente tipo impulso del rayo. La resistencia máxima admitida de forma individual para la puesta a tierra será de 10 ohmios.

Se instalará un contador de descargas en la parte inferior de la bajante de cada dispositivo de protección externo de la planta.

3.12 SEGURIDAD

Se instalará un sistema de seguridad para evitar posibles robos del material de la instalación. El sistema de seguridad perimetral persigue evitar la intrusión de personas y/o vehículos al recinto que delimita la planta solar.

El objetivo fundamental de este sistema es proporcionar un perímetro hermético en el mayor grado posible que permita detectar cualquier intento de intrusión en el perímetro restringido.

Este sistema estará formado por los siguientes elementos clave:

- Detección de movimiento, que activará una alarma y tendrá capacidad para redirigir las cámaras. La detección de movimiento podrá estar instalada a lo largo del vallado, o bien, deberá cubrir el área entre el vallado y el campo solar.
- También se podrán utilizar columnas con barreras de microondas o barreras de Infrarrojos.

Se dispondrán cámaras de inspección en todos los siguientes lugares:

- Perimetrales, que permitan la visualización de todo el perímetro de la planta.
- Junto a la entrada de la planta, el centro de control y el almacén, incluyendo lugares clave.

01. MEMORIA

- Todas las cámaras instaladas tendrán la posibilidad de acceso en remoto a la visualización de la instalación.
- La instalación estará vigilada las 24 h mediante una central de recepción de alarmas, que estará directamente comunicada con el personal de la planta.

01. MEMORIA

- Sección: 240 mm²
- Resistencia a 105 °C: 0,168 Ω/km
- Reactancia (al tresbolillo): 0,109 Ω/km
- Capacidad: 0,301 μF/km
- Intensidad máxima admisible: 365 A

Las características de un conductor de aluminio de 400 mm² son las siguientes:

- Sección: 400 mm²
- Resistencia a 105 °C: 0,107 Ω/km
- Reactancia (al tresbolillo): 0,102 Ω/km
- Capacidad: 0,367 μF/km
- Intensidad máxima admisible: 470 A

Las características de un conductor de aluminio de 630 mm² son las siguientes:

- Sección: 630 mm²
- Resistencia a 105 °C: 0,062 Ω/km
- Reactancia (al tresbolillo): 0,095 Ω/km
- Capacidad: 0,443 μF/km
- Intensidad máxima admisible: 615 A

La intensidad máxima admisible anterior es considerando conductores directamente enterrados a 1 m de profundidad en terreno de resistividad térmica 1,5 mK/W y temperatura 25 °C.

Cable de comunicaciones

Se instalará un cable de comunicaciones por fibra óptica de 48 fibras monomodo 9/125 μm. El cable irá protegido bajo tubo de PVC de 40 mm de diámetro en toda la longitud de la línea.

Conductor de tierra

Se instalará un conductor de tierra de acompañamiento a lo largo de toda la longitud de la línea. El conductor será de cobre desnudo de 35 mm² y los empalmes que sean necesarios se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Accesorios

Los terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.) Los terminales se instalarán siguiendo las instrucciones del fabricante y según la sección adecuada de cada conductor.

4.3 LÍNEAS ALTA TENSIÓN 30 kV INTERIORES

Las líneas de alta tensión interiores unirán los Power Blocks entre sí.

La planta fotovoltaica estará formada por 24 bloques de potencia, veintiuno de 5 MVA cada uno y tres de 2,5 MVA cada uno. Los bloques de potencia se conectan a través de 8 circuitos de 30 kV. El edificio de operación y mantenimiento recibirá suministro eléctrico desde uno de los Power Block. Los circuitos agrupan los bloques de potencia de la siguiente forma:

LINEA	TRAMO		LONGITUD (m)	SECCIÓN (mm ²)	POTENCIA (kVA)
	INICIO	FIN			
O&M	PB02	O&M	68,49	3x1x240	250
L11	PB24	PB23	625,55	3x1x240	5000
	PB23	PB07	1734,33	3x1x240	7500
L12	PB18	PB17	233,09	3x1x240	5000
	PB17	PB16	229,00	3x1x240	10000
L13	PB15	PB14	215,84	3x1x240	5000
	PB14	PB13	174,49	3x1x240	10000
L14	PB21	PB22	561,00	3x1x240	5000
	PB22	PB12	1217,65	3x1x240	10000
L15	PB06	PB05	304,91	3x1x240	5000
	PB05	PB04	240,71	3x1x240	10000
L16	PB03	PB02	508,86	3x1x240	5000
	PB01	PB02	460,3	3x1x240	5000
L17	PB20	PB11	546,39	3x1x240	5000
	PB10	PB11	398,45	3x1x240	5000
L18	PB19	PB09	367,3	3x1x240	5000
	PB08	PB09	182,13	3x1x240	5000

Tabla 20: Resumen líneas alta tensión interiores.

4.4 LÍNEAS ALTA TENSIÓN 30 kV EVACUACIÓN

Se trata de una línea subterránea de 30 kV formada por ocho circuitos trifásicos independientes directamente enterrados compartiendo una misma zanja. Cada circuito está formado por una terna de cables instalados al tresbolillo. La línea parte de la subestación y llega a la planta fotovoltaica Driza Solar.

En el extremo de la subestación, cada circuito parte de una cabina de 30 kV. En el extremo de la planta, cada circuito termina en una cabina en el primer bloque del circuito correspondiente.

Los circuitos agrupan los bloques de potencia de la siguiente forma:

LINEA	TRAMO		LONGITUD (m)	SECCIÓN (mm ²)	POTENCIA (kVA)
	INICIO	FIN			
L11	PB07	SET	2627,3	3x1x400	12500
L12	PB16	SET	9774,52	3x1x630	15000
L13	PB13	SET	8219,52	3x1x400	12500
L14	PB12	SET	8445,99	3x1x630	15000
L15	PB04	SET	7375,41	3x1x630	15000
L16	PB02	SET	6356,67	3x1x630	15000
L17	PB11	SET	8679,05	3x1x400	12500
L18	PB09	SET	7356,62	3x1x630	15000

Tabla 21: Resumen líneas alta tensión de evacuación.

4.4.1 TRAZADO DE LA LÍNEA

Desde el último Power Block de cada circuito, salen cada una de las ocho líneas que llegan a la subestación. Estas líneas de evacuación transcurren por distintas parcelas en paralelo a los caminos públicos existentes para posteriormente cruzar tanto la M-229 y la M-220 hasta llegar a la subestación en el término municipal de Campo Real.

En el Documento 05 del presente proyecto se pueden encontrar los planos correspondientes a la línea de evacuación con los detalles de cruzamientos y paralelismos.

A continuación se muestra un listado con las coordenadas de los diferentes cruzamientos y paralelismos existentes en el trazado de la línea de evacuación:

01. MEMORIA

TIPO	DETALLE	COORDENADAS			
		INICIO		FIN	
		X	Y	X	Y
CRUZAMIENTO	A	468019,25	4461644,63	468022,41	4461644,36
CRUZAMIENTO	B	468347,30	4461612,82	468351,23	4461612,59
CRUZAMIENTO	C	468592,55	4461372,31	468595,62	4461371,51
CRUZAMIENTO	D	468851,29	4460924,22	468849,49	4460923,3
CRUZAMIENTO	D	468896,77	4460945,64	468893,99	4460944,75
CRUZAMIENTO	E	468273,04	4459227,07	468270,22	4459217,25
CRUZAMIENTO	F	468155,28	4458866,38	468158,13	4458864,63
CRUZAMIENTO	G	468392,23	4458703,04	468404,54	4458692,19
CRUZAMIENTO	H	469030,66	4458192,72	469032,72	4458191,42
CRUZAMIENTO	I	469373,11	4457685,44	469374,71	4457680,82
CRUZAMIENTO	J	469656,69	4457589,73	469661,65	4457590,49
CRUZAMIENTO	K	469860,09	4457515,57	469865,83	4457515,15
CRUZAMIENTO	L	470058,16	4457525,42	-	-
CRUZAMIENTO	M	469979,20	4457183,65	469981,69	4457177,99
CRUZAMIENTO	M	469954,36	4457240,08	-	-
CRUZAMIENTO	N	470727,73	4457769,81	-	-
CRUZAMIENTO	N	470747,65	4457789,96	470752,65	4457787,84
CRUZAMIENTO	Ñ	470640,97	4457547,30	-	-
CRUZAMIENTO	Ñ	470646,14	4457542,29	470650,18	4457538,38
CRUZAMIENTO	O	470579,75	4457357,59	470574,25	4457360,46
CRUZAMIENTO	P	470533,51	4457180,86	-	-
CRUZAMIENTO	Q	470938,23	4457609,67	-	-
CRUZAMIENTO	Q	470943,98	4457682,88	-	-
CRUZAMIENTO	R	471144,04	4457453,25		

Tabla 22. Listado de cruzamientos y paralelismos de la línea de evacuación.

5 OBRA CIVIL

Los materiales y elementos que debe integrar la obra o que intervienen directamente en la ejecución de los trabajos a utilizar se registrarán por normativas nacionales y estándares y métodos internacionales.

La obra civil para la construcción de la planta solar fotovoltaica consistirá en:

- Preparación del terreno y limpieza del terreno: desbroce, eliminación de la capa superficial, excavaciones, movimiento de tierras (terraplenado, etc.) y eliminación del material excedente.
- Ejecución de los accesos a la instalación y de caminos interiores aptos para el tránsito de vehículos.
- Excavación de zanjas.
- Realización de los hincamientos, o cimentaciones en caso de necesidad debido al terreno, para los seguidores.
- Realización de las cimentaciones del edificio O&M, bloques de potencia y cajas/cuadros eléctricos.
- Construcción del vallado perimetral.
- Construcción del sistema de drenaje.

5.1 MOVIMIENTO DE TIERRA

Se procederá a la limpieza del terreno donde deban efectuarse las obras removiendo los elementos naturales y artificiales incompatibles con las mismas.

Se llevará a cabo un desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos y, en el caso de que lo hubiera y fuera necesario, la retirada del arbolado de diámetro menor de 10 cm, así como la carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero.

En las zonas donde las pendientes sean más elevadas, se procederá en primer lugar a un acondicionamiento del terreno para reducir dichas pendientes. El valor máximo de pendiente en el terreno será fijado por el fabricante del seguidor. Inicialmente, se han identificado como zonas susceptibles de este acondicionamiento las zonas donde la topografía muestra pendientes superiores al 15%. La estimación de movimiento de tierras, caminos, acequias y explanación, que se puede prever estará en el orden de 62.345,50 m².

Por otra parte, la estimación de desbroce a realizar en la superficie de la planta es de 760.532,19 m².

Una vez que el proyecto sea autorizado y antes de la construcción del mismo, se llevará a cabo un levantamiento topográfico "in situ" de precisión, así como un estudio geotécnico para

01. MEMORIA

determinar cuáles son las características exactas del terreno. Una vez finalizado dicho estudio y en función de los resultados se realizarán diferentes labores para conseguir la capacidad portante necesaria.

Para este acondicionamiento no se prevé que sea necesario realizar aportes de terreno exterior a la planta ni salidas de terreno a vertedero, sino que se buscará compensar el terreno extraído en otras zonas de la propia planta solar fotovoltaica, por lo que el balance de movimiento de tierras total preferiblemente será nulo.

Para la ubicación del centro de transformación se acondicionará el terreno donde se vayan a instalar para dotarlo de las condiciones necesarias.

La instalación de los seguidores se realizará preferentemente mediante hincado; en caso de que los resultados del estudio geotécnico lo recomienden, se realizarán también las excavaciones que puedan ser necesarias para la ejecución de cimentaciones de las estructuras soporte de los módulos.

Por último, se llevará a cabo la excavación y relleno de las distintas zanjas precisas para instalación de redes eléctricas, conductos, etc.

5.2 ACCESOS Y CAMINOS

Se accede al emplazamiento a través de la carretera M-220 al oeste, en torno al punto kilométrico 1 y M-229 al norte, en torno al punto kilométrico 6, y a partir de éstas, por caminos rurales existentes que dan acceso a las parcelas consideradas.

El firme será suficientemente resistente y se hará el acondicionamiento adecuado para el tránsito de los vehículos pesados y maquinaria que se deban utilizar durante la ejecución y posterior mantenimiento de la instalación.

La composición de la carretera y caminos debe estar definida de acuerdo a las características de los vehículos y a las condiciones geológicas del terreno.

Los caminos de la planta contendrán una base de grava y una capa de estabilizado. Se evitará la formación de charcos y balsas en los laterales del camino. En caso de ser necesario, se realizarán cunetas de drenaje del agua y se realizará un camino perimetral con un espesor mínimo de 20 cm.

Para permitir el acceso a la instalación fotovoltaica no se requiere de acondicionamiento de los viales externos existentes (caminos públicos), actualmente se encuentran en buenas condiciones; no obstante, de forma previa al inicio de los trabajos de construcción se deberá valorar su estado.

En el interior del recinto se ejecutarán viales para permitir el acceso de vehículos a los diferentes edificios de la planta y a los inversores. Estarán compuestos por una base de grava y una capa de estabilizado, evitando la creación de charcos y bolsas de agua en los laterales, incluso

se realizarán cunetas de drenaje en caso de ser necesario. Se estiman 16.525,92 m lineales de caminos internos.

El ancho de los caminos internos será de 6 metros y su trazado se configurará a partir de la estructura de vías de comunicación actualmente existente. Excepcionalmente, se prevé la modificación del trazado de alguno de los caminos, previa autorización de su titular, y habilitando en todo caso una alternativa de tránsito en función del uso actual del mismo.

5.3 CANALIZACIONES

5.3.1 CANALIZACIONES AT

Los cables aislados subterráneos en canalización enterrada deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado (según ITC-LAT-06) y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Los conductores irán directamente alojados en zanjas de dimensiones en función de los circuitos a alojar, la profundidad mínima de la terna de cables más próxima a la superficie del suelo será de 1 m. Estas dimensiones se considerarán mínimas, debiendo ser modificadas al alza, en caso necesario, cuando se encuentren otros servicios en la vía pública, en cumplimiento de las exigencias reglamentarias para paralelismos y cruzamientos con los mencionados servicios.

Los cables unipolares correspondientes a un mismo circuito serán embridados utilizando bridas de poliamida.

Sobre el fondo de la zanja se dispondrá una capa de arena fina lavada de espesor no inferior a 5 cm sobre la que se colocarán los conductores, teniendo en cuenta que la separación mínima entre circuitos será 20 cm.

Se procederá al relleno de la zanja con aplicación de arena fina lavada hasta una altura no inferior a 30 cm por encima de los conductores estando colocados los circuitos en el mismo plano horizontal.

A continuación, se instalarán placas de protección mecánica de polietileno. El número de placas de protección a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán placas en paralelo sin separación entre ellas en el número necesario para cubrir la anchura de proyección de los conductores. Cuando existan tubos de reserva estos harán las veces de protección mecánica.

01. MEMORIA

A continuación, se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

Al menos a 40 cm por encima de la generatriz superior del tubo de energía más elevado se instalarán de forma longitudinal a la zanja las cintas de señalización que advierta de la presencia de la línea. La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, será de 15 cm de ancho y llevará impresa una leyenda advirtiendo de la presencia de cables eléctricos, así como la señal de riesgo eléctrico. El número de cintas de señalización a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán varias cintas en paralelo y con una separación tal que cubra la anchura de proyección de los conductores.

Finalmente se rellenará la zanja, continuando con el compactado hasta el nivel del terreno si no es necesaria la reposición de firme existente previamente a la apertura.

En caso de zanjas en calzada, el relleno se realizará hasta una cota 28 cm inferior a la de la superficie del firme, procediendo a la aplicación de una capa de hormigón en masa de espesor 22 cm y finalmente la reposición del firme de acabado en las condiciones existentes previamente a la apertura.

Las zanjas en tierra, aceras y calzadas pavimentadas, en general, se rellenarán con zahorra o tierra en tongadas de 15 cm, compactadas hasta una densidad del 95% del "Ensayo Próctor", evitándose el uso de la tierra procedente de la excavación. El tapado de la zanja se hará por capas sucesivas de 0,15 m de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

En zanjas que discurran por calzada pavimentada, en la confección de la solera previa al firme de acabado se empleará hormigón del tipo HNE-15, apto para rellenos y aplicaciones no estructurales, de resistencia a la compresión mayor o igual a 15 N/mm².

Cuando se trate de zanjas en calzadas pavimentadas, en general, se procederá, una vez recortado el pavimento con sierra de disco, en línea recta y con una anchura uniforme, a efectuar un riego de adherencia con betún asfáltico y al extendido y compactado de una capa de aglomerado asfáltico en caliente de las mismas características que el existente previamente a la apertura de la zanja, dejando la rasante idéntica a la primitiva, sin ninguna deformación ni forma especial. Cuando el pavimento de rodadura primitivo no sea de aglomerado asfáltico, la reposición se hará con materiales idénticos a los existentes con anterioridad a la rotura del mismo y colocados de forma análoga a la primitiva.

Con carácter general, en cuestiones relacionadas con los materiales de hormigonado, de relleno y de reposición del pavimento, se estará a lo dispuesto por los organismos oficiales y titulares del dominio público que se trate.

En los puntos donde se produzcan cambios de dirección, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar

01. MEMORIA

las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos. El número y ubicación de las arquetas se definirá en fase de ejecución de obra.

Las arquetas estarán realizadas con ladrillo u hormigón, dispondrán de tapa de fundición resistente al paso de vehículos y tendrán las siguientes dimensiones:

- Arqueta de tiro o cambio de dirección: 1000 x 1000 mm con reducción a 600 mm de diámetro para tapa de fundición.

Los tubos serán de plástico corrugado, y exentos de halógenos para protección mecánica.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

5.3.1.1 ZANJAS TIPO AT

En esta instalación se tienen distintos tipos de zanja que cumplirán con las indicaciones marcadas en el apartado anterior.

Los distintos tipos de zanjas utilizados serán:

- Zanja AT-A1 1 terna más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección. Discurrirá por el interior de la planta salvo en los cruces de caminos.
- Zanja AT-A2 2 ternas más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A3 3 ternas más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A4 4 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,60 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.

01. MEMORIA

- Zanja AT-A5 5 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A6 6 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A7 7 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A8 8 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-B1 de cruce de calzada/camino de 1 terna con una terna dentro de tubo de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y el otro de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 0,80 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B2 de cruce de calzada de 2 ternas con dos ternas dentro de dos tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y el otro de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 0,80 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B3 de cruce de calzada de 3 ternas con tres ternas dentro de tres tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y 2 tubos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B4 de cruce de calzada de 4 ternas con cuatro ternas dentro de cuatro tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B5 de cruce de calzada de 5 ternas con cinco ternas dentro de cinco tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones,

01. MEMORIA

con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.

- Zanja AT-B6 de cruce de calzada de 6 ternas con seis ternas dentro de seis tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B7 de cruce de calzada de 7 ternas con siete ternas dentro de siete tubos de diámetro 200 mm con tres tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B8 de cruce de calzada de 8 ternas con ocho ternas dentro de ocho tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-C1 1 terna más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C2 2 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C3 3 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C4 4 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,60 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.

01. MEMORIA

- Zanja AT-C5 5 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C6 6 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C7 7 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C8 8 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-D1 de cruce de arroyo de 1 terna: una terna dentro de tubo de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y el otro de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 0,60 m relleno con una capa de hormigón HNE-15, posteriormente tierras de excavación con cinta de señalización y placa de protección mecánica incluidas, y en el tramo de los tubos lecho de arena seleccionada.
- Zanja AT-D2 de cruce de arroyo de 2 ternas: dos ternas dentro de dos tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y el otro de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 0,60 m relleno con una capa de hormigón HNE-15, posteriormente tierras de excavación con cinta de señalización y placa de protección mecánica incluidas, y en el tramo de los tubos lecho de arena seleccionada.
- Zanja AT-D3 de cruce de arroyo de 3 ternas: tres ternas dentro de tres tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y 2 tubos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una

01. MEMORIA

profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m relleno con una capa de hormigón HNE-15, posteriormente tierras de excavación con cinta de señalización y placa de protección mecánica incluidas, y en el tramo de los tubos lecho de arena seleccionada.

- Zanja AT-D4 de cruce de arroyo de 4 ternas: cuatro ternas dentro de cuatro tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m relleno con una capa de hormigón HNE-15, posteriormente tierras de excavación con cinta de señalización y placa de protección mecánica incluidas, y en el tramo de los tubos lecho de arena seleccionada.
- Zanja AT-D5 de cruce de arroyo de 5 ternas: cinco ternas dentro de cinco tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m relleno con una capa de hormigón HNE-15, posteriormente tierras de excavación con cinta de señalización y placa de protección mecánica incluidas, y en el tramo de los tubos lecho de arena seleccionada.
- Zanja AT-D6 de cruce de arroyo de 6 ternas: seis ternas dentro de seis tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m relleno con una capa de hormigón HNE-15, posteriormente tierras de excavación con cinta de señalización y placa de protección mecánica incluidas, y en el tramo de los tubos lecho de arena seleccionada.
- Zanja AT-D7 de cruce de arroyo de 7 ternas: siete ternas dentro de siete tubos de diámetro 200 mm con tres tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m relleno con una capa de hormigón HNE-15, posteriormente tierras de excavación con cinta de señalización y placa de protección mecánica incluidas, y en el tramo de los tubos lecho de arena seleccionada.
- Zanja AT-D8 de cruce de arroyo de 8 ternas: ocho ternas dentro de ocho tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m relleno con una capa de hormigón HNE-15, posteriormente tierras de excavación con cinta de señalización y placa de protección mecánica incluidas, y en el tramo de los tubos lecho de arena seleccionada.

5.3.2 CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTO Y PARALELISMO

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.),

01. MEMORIA

pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no se debe considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

5.3.2.1 CRUZAMIENTOS

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones de los cruzamientos de cables subterráneos de AT.

La canalización entubada a emplear cumplirá con lo indicado en el apartado correspondiente y además con los requisitos particulares para cada tipo de cruzamiento indicados a continuación.

Con calles, caminos y carreteras: en los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc. deberán seguirse las siguientes instrucciones.

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m. En este proyecto la profundidad se fija en 0,8 m.

Los cruces de calzadas se realizarán a cielo abierto (salvo que se indique lo contrario) y siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Con otras conducciones de energía eléctrica: siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los cables de baja tensión. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

Con cables de telecomunicación: la separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

Con canalizaciones de agua: los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se

01. MEMORIA

tienda en último lugar se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

Con canalizaciones de gas: en los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la siguiente tabla. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la siguiente tabla. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

Tabla 23: Cruzamientos.

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

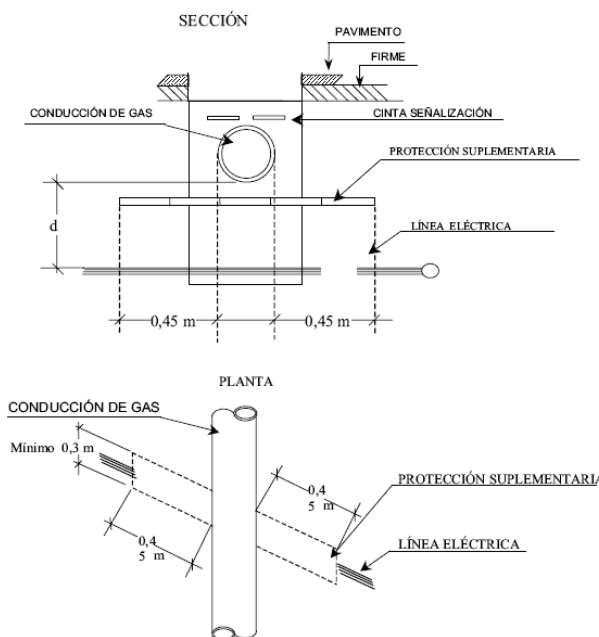


Ilustración 5: Cruzamientos

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con conducciones de alcantarillado: se procurará pasar por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible se pasará por debajo y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con depósitos de carburante: los cables se dispondrán dentro de tubos, de las características indicadas o conductos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten para un diámetro superior a 140 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

5.3.2.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos de AT, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

01. MEMORIA

Con otros conductores de energía eléctrica: los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se tienda en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con cables de telecomunicación: la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con canalizaciones de agua: la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

Con canalizaciones gas: en los paralelismos de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla siguiente. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,15 m
Acometida interior	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

Tabla 24: Proximidades y paralelismos.

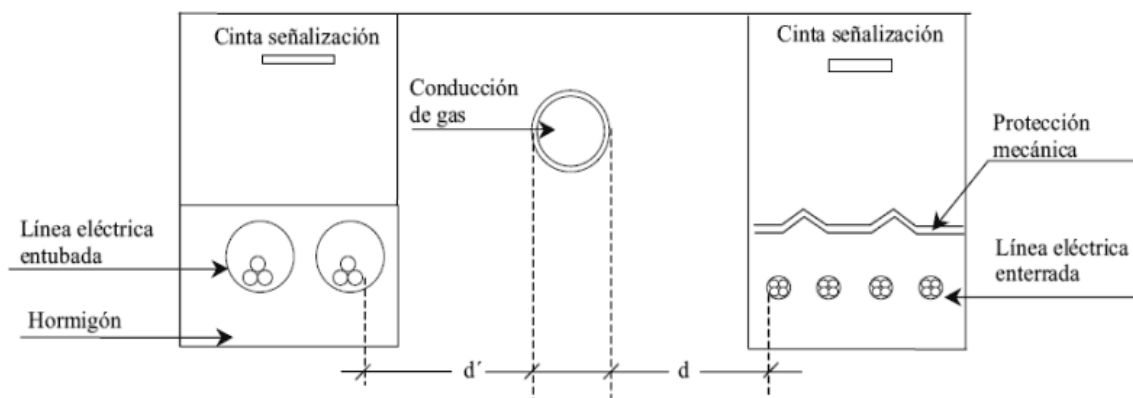


Ilustración 6: Proximidades y paralelismos.

Con conducciones de alcantarillado: se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

Depósitos de carburantes: los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2,0 m por cada extremo.

Acometidas (conexiones de servicio): en el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de BT como de AT en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

5.3.3 CANALIZACIONES BT

Se realizan las canalizaciones que se indican a continuación según las secciones tipo especificadas:

5.3.3.1 ZANJA TIPO EN CALZADA DE TIERRA

Tramo de cables de tubos enterrados:

- BT-AA0-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior.
- BT-AA1-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con un tubo de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386 a 0,45 m de la superficie.
- BT-AA2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.
- BT-AA4-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.

Tramo de cables mixto con cables directamente enterrados y con tubos enterrados:

- BT-AB4-2: Zanja de 0,85 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán los cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB4-4: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior

01. MEMORIA

central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

- BT-AB4-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-2: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 2 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-8: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-12: Zanja de 1,45 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-12: Zanja de 1,45 m de profundidad y 1,08 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de

01. MEMORIA

PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 18 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Tramo de cables directamente enterrados:

- BT-AC0-4: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-6: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 6 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Zanja perimetral:

- BT-AA2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.

5.3.3.2 ZANJA TIPO EN CRUCES EN CALZADA PAVIMENTADA

Tramo de cables de tubos enterrados:

- BT-BA4-0: Zanja de 0,7 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15 en la zona previa a los tubos y tierras de excavación en su parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación

01. MEMORIA

de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. Contará con un cable de tierra en su zona inferior.

Tramo de cables mixto con cables directamente enterrados y con tubos enterrados:

- BT-BB4-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15 en la zona previa a los tubos, con tierras de excavación en la zona de los tubos y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Tramo de cables directamente enterrados:

- BT-AC0-6: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15, con tierras de excavación en la zona de la placa de protección y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 6 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15, con tierras de excavación en la zona de la placa de protección y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Zanja perimetral:

- BT-BD2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y hormigón HNE-15. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.

Los materiales utilizados para canalización de la línea eléctrica subterránea deben cumplir la normativa UNE indicada en el REBT 02 (UNE EN 61386-24, para tubos en instalaciones subterráneas, y con resistencia a compresión mínimo 450 N). Los tubos será AISCAN o similar, de doble pared, con el diámetro nominal indicado.

5.4 ARQUETAS

Para los cables enterrados no se considera necesaria la instalación de arquetas de registro dado que los cables irán directamente enterrados, tanto los de alta tensión como los de baja tensión.

En caso de ser necesario, se instalarán directamente sobre las zanjas de canalización. El fondo de la arqueta estará formado por el propio terreno, exento de suciedad, para facilitar el drenaje. Todas las arquetas irán dotadas de marco y tapa de fundición dúctil. Además, se elevarán sobre el terreno para dificultar la entrada de agua.

Próximas al mástil de los pararrayos está prevista la instalación de arquetas de registro que incluyan un sistema seccionador que permita desconectar la toma de tierra y realizar la medición de su resistencia individual.

5.5 CIMENTACIONES

La cimentación de la estructura se realizará preferencialmente mediante hincado directo al terreno, sin aporte de material, hasta una profundidad suficiente para lograr la estabilidad y resistencia adecuadas, incluyendo hormigonado en los casos que se consideren necesarios según el estudio geotécnico. El estudio geotécnico del terreno y los ensayos de tracción y empujes laterales determinarán la profundidad necesaria. Estas pruebas se realizarán a lo largo de todo el terreno ocupado por el campo fotovoltaico para tener en cuenta la variabilidad en las características del terreno. No obstante, podría ser necesario el hormigonado de los postes en aquellos casos en que se produzca rechazo o se prevean zonas de extrema dureza del terreno, cuyos resultados dependerán del estudio geotécnico del mismo.

Los inversores y transformadores irán apoyados sobre una solera de hormigón armado con malla de acero.

La cimentación de las cajas seccionadoras se realizará sobre zapata de hormigón armado.

Los cuadros de servicios auxiliares serán instalados sobre perfiles en la propia plataforma metálica por lo que no requerirán cimentación.

La cimentación del edificio de control y almacén: se realizará con cimentación superficial mediante zapatas arriostradas de hormigón armado o mediante vigas de hormigón armado 40x40 mm longitudinales.

5.6 VALLADO PERIMETRAL

Todo el recinto de la instalación estará protegido por un cerramiento cinético realizado con malla anudada de alambre galvanizado. La separación entre los hilos verticales de la malla anudada será de 30 cm, y la distancia entre los hilos horizontales será de 20 cm. Se mantendrá una distancia mínima al suelo de 20 cm. Deberá carecer de elementos cortantes o punzantes y

no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras. La altura mínima del vallado será de 2,0 m.

Está prevista la instalación de señalización mediante placas rectangulares de un material plástico fabricado en poliestireno, de color blanco y dimensiones aproximadas de 30 x 15 cm. Se colocarán a distintas alturas cada 2 metros.

Se priorizará la sujeción de la malla mediante postes de madera para una mejor integración de la misma. En caso de no poder realizarse con madera, los postes serán de tubo de acero galvanizado en caliente, anclados al terreno mediante zapatas aisladas de dimensiones 30 x 30 x 40 cm y estarán colocados a una distancia máxima de 3 metros uno de otro.

Las puertas de acceso, como parte del cerramiento perimetral, cumplirán las mismas características de altura. Se instalará una puerta principal motorizada que incluirá una puerta de acceso para peatones.

5.7 SISTEMA DE DRENAJE

Consistirá en varias cunetas, rebajes de caminos y pasos por vallado localizados a lo largo de toda la planta.

Las cunetas estarán constituidas por canales con forma triangular, rectangular o trapezoidal y construidas a través de la excavación del terreno, preferentemente mediante medios mecánicos. La pendiente de las cunetas será tal que ayude a fluir a la corriente de agua. En general, las cunetas se construirán paralelas a los caminos internos.

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo. Se trataría de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas. En cualquier caso, no se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

5.8 EDIFICIOS O&M

En la planta fotovoltaica está previsto un edificio para el personal de Operación y Mantenimiento (O&M) que incluirá:

- Oficina para 2 puestos de trabajo.
- Un almacén.
- Centro de control (SCADA).
- Sala de vigilancia.

El edificio se situará en el acceso a la planta, estando adjunto al mismo el almacén.

5.8.1 EDIFICIO DE CONTROL

El edificio se situará en el acceso a la planta y tendrá una superficie útil de 155 m². La altura del mismo nunca superará los 4,5 metros. Dicha altura se determinará en detalle en una fase constructiva posterior. Contará con al menos dos puestos de trabajo, zona de vestuarios, comedor y área reservada para servidores de sistema de seguridad y video vigilancia.

5.8.2 ALMACÉN

El almacén adjunto tendrá una superficie útil de 205 m², contará con al menos un puesto de trabajo, zona de almacenaje, cuarto de basuras y desecho de materiales. Estará ubicado junto a la sala de control.

La ubicación del edificio de control y del almacén deberá elegirse convenientemente siguiendo diferentes criterios como son facilidad de acceso, mínima distancia de cableados, máxima visibilidad de la instalación, etc.

Teniendo en cuenta que, según el diseño propuesto, la planta podrá estar dividida en diferentes parcelas, se deberá tener en cuenta este aspecto además de los anteriores. En este sentido, lo más recomendable es ubicar, tanto el edificio de control como el almacén, en la misma parcela en la que se sitúe la subestación de salida y conexión a red. Así, una vez se acuerden las condiciones para dicha conexión y se decida la ubicación, se recomienda estudiar la mejor ubicación posible para las dos instalaciones en esa misma parcela.

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA FV DRIZA SOLAR
134,72 MWp / 112,50 MW instalados
E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN 30 kV
TT.MM. PERALES DE TAJUÑA, VALDILECHA
Y CAMPO REAL
(MADRID)



ANEXO IV

-

FICHAS TÉCNICAS

ÍNDICE

1	<i>MÓDULO FOTOVOLTAICO.....</i>	3
2	<i>ESTRUCTURA SOPORTE.....</i>	6
3	<i>INVERSOR.....</i>	9
4	<i>POWER BLOCK 2 INVERSORES.....</i>	15
5	<i>POWER BLOCK 1 INVERSOR</i>	19
6	<i>CABLES AT 30 kV.....</i>	23
7	<i>CABLES BT DC</i>	27
8	<i>CABLES BT DC-BUS.....</i>	30
9	<i>PARARRAYOS</i>	33

1 MÓDULO FOTOVOLTAICO



Preliminary Technical
Information Sheet



HiKu

SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE

425 W ~ 450 W

CS3W-425 | 430 | 435 | 440 | 445 | 450MS

MORE POWER



26 % more power than
conventional modules



Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 2.7 % lower system cost



Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low temperature coefficient (Pmax):
-0.36 % / °C



Better shading tolerance

MORE RELIABLE



Lower internal current,
lower hot spot temperature



Cell crack risk limited in small region,
enhance the module reliability



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 3600 Pa*



linear power output warranty*



enhanced product warranty on materials
and workmanship*

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE (Expected in December, 2019)

* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 36 GW deployed around the world since 2001.

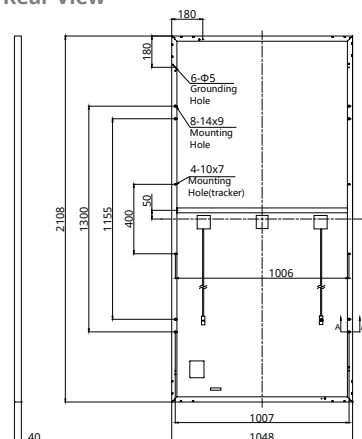
* For detail information, please refer to Installation Manual.

CANADIAN SOLAR INC.

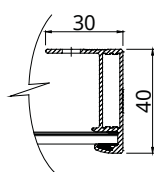
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)

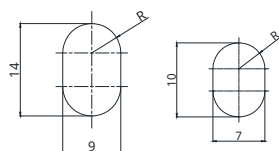
Rear View



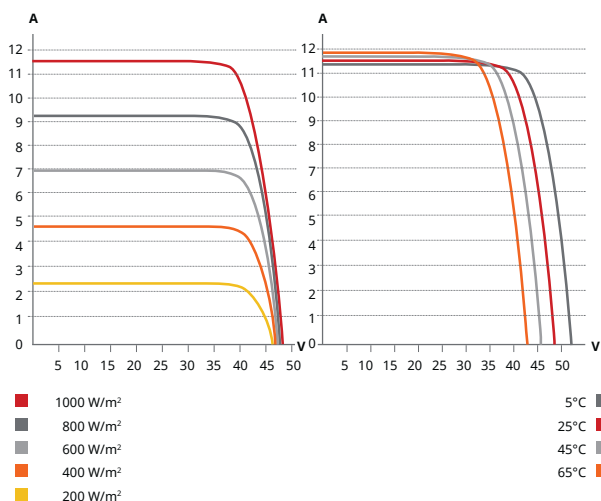
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS3W-435MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3W	425MS	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS
Nominal Max. Power (Pmax)	425 W	430 W	435 W	440 W	445 W	450 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	39.5 V	39.7 V	39.9 V	40.1 V	40.3 V	40.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.76 A	10.84 A	10.91 A	10.98 A	11.05 A	11.12 A
Open Circuit Voltage (Voc)	47.7 V	47.9 V	48.1 V	48.3 V	48.5 V	48.7 V
Short Circuit Current (Isc)	11.37 A	11.42 A	11.47 A	11.53 A	11.59 A	11.65 A
Module Efficiency	19.24%	19.46%	19.69%	19.92%	20.14%	20.37%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	20 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 5 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3W	425MS	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS
Nominal Max. Power (Pmax)	316 W	320 W	324 W	328 W	331 W	335 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.8 V	36.9 V	37.1 V	37.3 V	37.5 V	37.7 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.60 A	8.67 A	8.73 A	8.79 A	8.84 A	8.89 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.7 V	44.9 V	45.1 V	45.3 V	45.5 V	45.6 V
Short Circuit Current (Isc)	9.17 A	9.21 A	9.25 A	9.30 A	9.35 A	9.40 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.36 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

2 ESTRUCTURA SOPORTE

INNOVATIVE SOLAR TRACKING SOLUTIONS

- Motor-per-row Architecture
- Smart Component Criteria
- Conservative Engineering
- Steadier Uptime
- Industrial Controller
- No Maintenance Bearings
- Practical Panel Attachment Backtracking

VALUE-ADDED BENEFITS

- Optimized structural and electro-mechanical design
- Adapted to exceed local building codes
- High constructability and rapid installation
- Robust structure with 25-year design life
- Astronomical tracking algorithm with backtracking and storm alarm system
- Easy to operate
- Very low maintenance
- Quality, off-the-shelf components
- Integrates with most SCADAs for remote control
- Optimizes solar electricity generation without compromising O&M

GLOBAL INSTALLATION BASE

PVH boasts an established international base of installations, earning a successful track record in many of today's leading solar markets. Since 2011 PVH has designed and delivered single-axis trackers in multiple markets worldwide, earning the experience necessary to successfully manage solar tracker installations of any capacity, at any location.

PVH's supply of over 1500MWp+ of optimized solar solutions ensures that your project truly is in the best hands.



PVH is a provider of innovative solar tracking solutions for the global utility-scale solar market. PVH's product lines are designed and engineered by leading industry professionals to deliver the lowest total cost of installation while providing unparalleled customer service and support during all phases of the project.

MONOLINE

ML2V-60, ML2V-60B & ML3H-90 versions

DATASHEET

Documento registrado en el Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya con fecha 14/06/2021, por Alejandro Rey-Stolle Dagollada (7902). Para validar la información de este documento se puede acceder a <https://e-visat.eic.cat/verificacio> y utilizar el código 0142D8D9636565C7.

With its motor-per-row architecture, the Monoline is especially suited for hilly terrain and irregular shaped plots, as well as those with obstacles present. Also with only seven foundations per tracker, provides the EPC with a quicker and less expensive installation.

Bolted structural connections provide generous construction tolerances while also eliminating field welding.

Direct module attachment to rigid steel panel rails eliminate vibratory and thermal expansion and over-torquing risks associated with aluminum sandwich clamps.



Parque Omega, Edificio A
Avda. Barajas 32
28108 Alcobendas, Madrid (Spain)
(+34) 918 310 013 · contact@pvhardware.es



STRUCTURAL & MECHANICAL SPECIFICATIONS

Tracker Type	Horizontal Single-Axis
Rotational Range	+/-55o
Motor Type	DC Motor
Motors per MWp (355 Wp modules)	46.95 (Monoline2V 60), 31.3 (Monoline 3H)
Modules Supported	Virtually all commercially available modules (adaptable for thin film)
Grade Tolerances	N-S: 3% (8% optional) E-W: Unlimited
Module Configuration	Two modules in portrait / Three modules in landscape
Module Attachment	Direct mount to panel rail (configurable for clips)
Structural Materials	Hot-dipped Galvanized Steel per ASTM A123 or ISO 1461
Allowable Wind Load	Tailored to site specific conditions up to 120mph/193kph
Grounding System	Self-grounded via serrated fixation hardware
'Storm Alarm' Detection System for Sustained High Winds	Yes (from +/-55o to stow, in about 5 minutes)
Wind Speed Sensors	3-cup anemometer
Solar Tracking Method	Astronomical algorithm
Controller Electronics	Central control unit manages up to 200 trackers through serial (rs485) or wireless communication
SCADA Interface	Modbus TCP
Nighttime Stow	Yes (configurable)
Backtracking	Yes
In-field Fabrication Required	No
On-site Training and Commissioning	Yes, included in tracker supply
Standard Warranties	Structure: 10 years Electromechanical components: 3 years
Certifications	USA: UL508 ASCE 7-10, UL3703 includes UL2703 Europe: CE, IEC TS62727
Structural Adaptation to Local Codes & Requirements	Verified by third-party structural engineers

TORQUE TUBE

Splices made with easy-to-install bolt-on clamps eliminating field welding or time consuming tasks.

GEAR BOX

Transfers motive force from motor to slew drive/ 0.37, 0.55 or 0.75hp (depending on row length)

TRANSMISSION

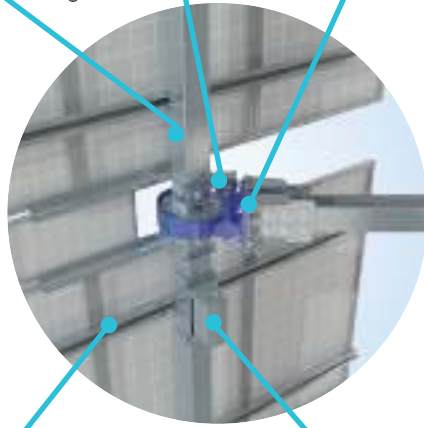
Transfers motive force from gear box to torque tube

PANEL RAILS

HDG Steel or Magnelis, apt for direct module attachment and grounding. Securely attaches panel rails to torque tube.

INCLINOMETER

Detects tilt angle of array



MONOLINE HORIZONTAL SINGLE AXIS TRACKER

In recent years, single-axis trackers have rapidly become the obvious choice for utility-scale PV projects worldwide. The design of PVH's market-tested tracker has been forged during years of experience in the global utility-scale PV market, incorporating over 6 years of lessons learned, earned from the perspectives of multiple stakeholders of such projects. The result is an investment-grade solar tracker that addresses the multiple needs of the Owner and EPC alike, driving down LCOE of solar PV energy.

MONOLINE 2V BIFACIAL

60 panels per row



MONOLINE 2V

60 panels per row



MONOLINE 3H

90 panels per row



3 INVERSOR

SUNNY CENTRAL

2200 / 2475 / 2500-EV / 2750-EV / 3000-EV



Documento registrado en el Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya con fecha 14/06/2021, por Alejandro Rey-Stolle Degollada (7902).
<https://e-vistat.eic.cat/verificacio> y utilizar el código 0142D8DD6386F2C7

SC-2200-10 / SC-2475-10 / SC-2500-EV-10 / SC-2750-EV-10 / SC-3000-EV-10



Opcionalmente con
'DC coupling ready'
para baterías

Plena potencia
hasta los 35 °C

Eficiente

- Transporte de hasta 4 inversores en el contenedor de flete marítimo estándar
- Posibilidad de sobredimensionado de hasta 225 %
- Plena potencia a temperaturas ambiente de hasta 35 °C

Resistente

- Sistema de refrigeración de aire inteligente OptiCool para una refrigeración eficiente
- Apto para exteriores, para el uso en cualquier parte del mundo y para todas las condiciones ambientales y climáticas

Flexible

- Conformidad con todos los requisitos de red conocidos en todo el mundo
- Modo Statcom nocturno
- Disponible como equipo individual o solución llave en mano, incluido el bloque de media tensión

Cómodo

- Área de conexión de CC mejorada
- Área de conexión para los equipos del cliente
- Soporte de tensión integrado para equipos consumidores internos y externos

SUNNY CENTRAL 2200 / 2475 / 2500-EV / 2750-EV / 3000-EV

El nuevo Sunny Central: más potencia por metro cúbico

Con una potencia de hasta 3000 kVA en tensiones de sistema de CC de 1100 V o 1500 V, el inversor central de SMA permite una planificación más eficiente de la planta y una reducción de los costes específicos en centrales fotovoltaicas. Dispone de un suministro de tensión separado y espacio adicional para instalar los equipos del cliente. Verdadera tecnología de 1500 V y el sistema de refrigeración inteligente OptiCool aseguran un funcionamiento libre de fallos incluso con temperaturas ambiente extremas y una larga vida útil de 25 años.

Para validar la información de este documento se puede acceder a

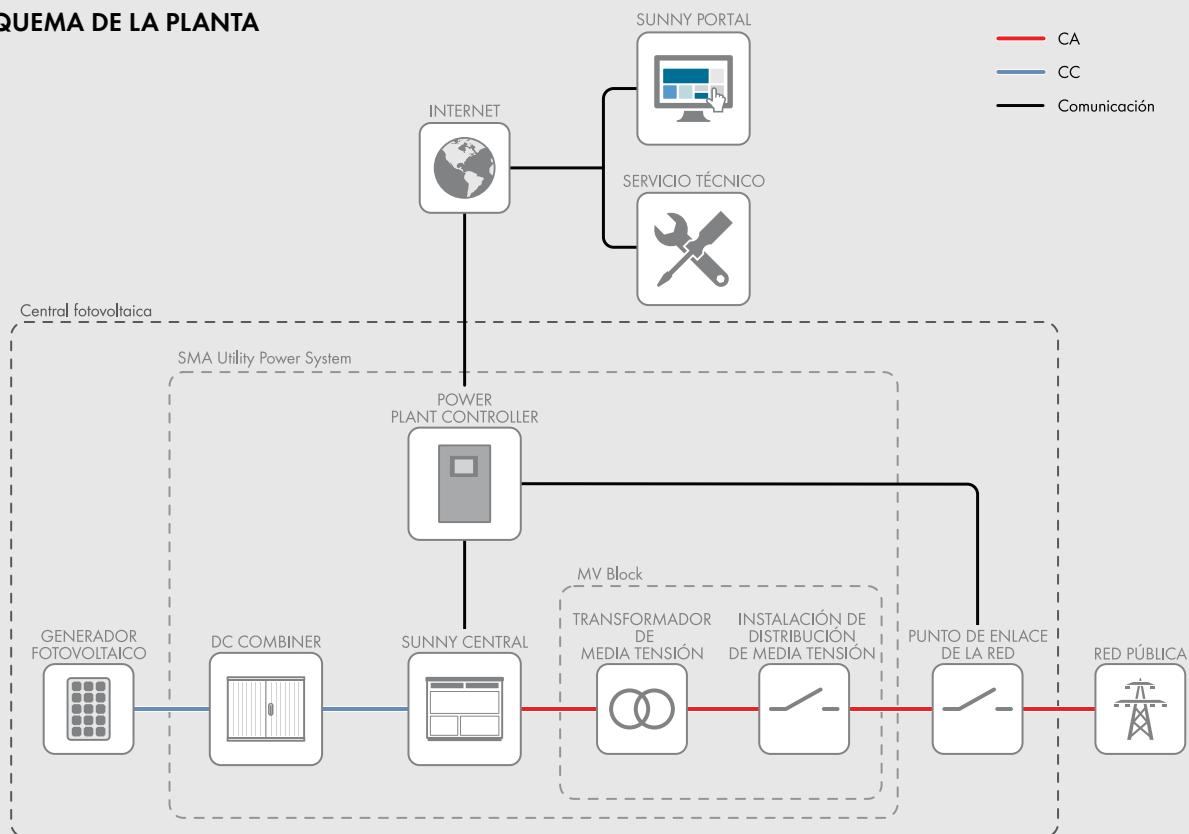
SUNNY CENTRAL 1500 V

Datos técnicos	Sunny Central 2500-EV	Sunny Central 2750-EV	Sunny Central 3000-EV
Entrada (CC)			
Rango de tensión del MPP V_{CC} (a 25 °C / a 35 °C / a 50 °C)	850 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V	875 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V	956 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V
Tensión de entrada mín. $V_{CC, \text{mín.}}$ / tensión de arranque $V_{CC, \text{arranque}}$	778 V / 928 V	849 V / 999 V	927 V / 1077 V
Tensión de entrada máx. $V_{CC, \text{máx.}}$	1500 V	1500 V	1500 V
Corriente de entrada máx. $I_{CC, \text{máx.}}$ (a 35 °C / a 50 °C)	3200 A / 2956 A	3200 A / 2956 A	3200 A / 2970 A
Corriente de cortocircuito máx.	6400 A	6400 A	6400 A
Número de entradas de CC	24 protegidos por dos polos (32 protegidos por un polo) para entradas fotovoltaicas		
Número de entradas de CC con la opción de acoplamiento de CC para baterías	18 protegidos por dos polos (32 protegidos por un polo) para entradas fotovoltaicas y 6 protegidos por dos polos para baterías		
Número máx. de cables de CC por entrada de CC (para cada polaridad)	2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm²		
Monitorización de zona integrada	○		
Tamaños de fusible de CC disponibles (por entrada)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A		
Salida (CA)			
Potencia nominal de CA con $\cos \varphi = 1$ (a 35°C / a 50°C)	2500 kVA / 2250 kVA	2750 kVA / 2500 kVA	3000 kVA / 2700 kVA
Potencia nominal de CA con $\cos \varphi = 0,8$ (a 35°C / a 50°C)	2000 kW / 1880 kW	2200 kW / 2000 kW	2400 kW / 2160 kW
Corriente nominal de CA $I_{CA, \text{nom}}$ = Corriente máx. de salida $I_{CA, \text{máx.}}$	2624 A	2646 A	2646 A
Coefficiente de distorsión máx.	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal
Tensión nominal de CA/rango de tensión nominal de CA ¹⁾	550 V / 440 V a 660 V	600 V / 480 V a 690 V	655 V / 524 V a 721 V ⁹⁾
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/47 Hz a 53 Hz 60 Hz/57 Hz a 63 Hz		
Relación mín. de cortocircuito en los bornes de CA ¹⁰⁾	> 2		
Factor de potencia a potencia asignada/factor de desfase ajustable ⁸⁾¹¹⁾	● 1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo ○ 1 / 0,0 inductivo a 0,0 capacitivo		
Rendimiento			
Rendimiento máx. ²⁾ /rendimiento europeo ²⁾ /rendimiento californiano ³⁾	98,6 % / 98,3 % / 98,0 %	98,7 % / 98,5 % / 98,5 %	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %
Dispositivos de protección			
Punto de desconexión en el lado de entrada	Interruptor-seccionador de CC		
Punto de desconexión en el lado de salida	Interruptor de potencia de CA		
Protección contra sobretensión de CC	Descargador de sobretensión, tipo I		
Protección contra sobretensión de CA (opcional)	Descargador de sobretensión, clase I		
Protección contra rayos (según IEC 62305-1)	Tipo de protección contra rayos III		
Monitorización de fallo a tierra/de fallo a tierra por control remoto	○ / ○		
Monitorización de aislamiento	○		
Tipo de protección: electrónica/conducto de aire/área de conexión (según IEC 60529)	IP65 / IP34 / IP34		
Datos generales			
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	2780 / 2318 / 1588 mm (109,4 / 91,3 / 62,5 in)		
Peso	< 3400 kg / < 7496 lb		
Autoconsumo (máx. ⁴⁾ / carga parcial ⁵⁾ / promedio ⁶⁾	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W		
Autoconsumo (en espera)	< 370 W		
Alimentación auxiliar interna	Transformador integrado de 8,4 kVA		
Rango de temperatura de servicio ⁸⁾	-25 °C a 60 °C / -13 °F a 140 °F		
Emisiones de ruido ⁷⁾	67,8 dB(A)		
Rango de temperatura (en espera)	-40 °C a 60 °C / -40 °F a 140 °F		
Rango de temperatura (almacenamiento)	-40 °C a 70 °C / -40 °F a 158 °F		
Valor máximo permitido para la humedad relativa (con condensación/sin cond.)	95 % a 100 % (2 meses/año) / 0 % a 95 %		
Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar ⁸⁾ 1000 m / 2000 m / 3000 m	● / ○ / ○ (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)		
Consumo de aire fresco	6500 m³/h		
Equipamiento			
Conexión de CC	Terminal de cable en cada entrada (sin fusible)		
Conexión de CA	Con sistema de barra (tres barras colectoras, una por cada conductor de fase)		
Comunicación	Ethernet, maestro Modbus, esclavo Modbus		
Comunicación del SMA String-Monitor (medio de transmisión)	Modbus TCP / ethernet (fibra óptica MM, Cat-5)		
Color de la carcasa/del techo	RAL 9016 / RAL 7004		
Transformador de alimentación para equipos consumidores externos	○ (2,5 kVA)		
Cumple con las normas y directivas	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, BDEW-MSRL, IEEE1547, Arrêté du 23/04/08		
Normas CEM	CISPR 11, CISPR 22, EN55011:2017, EN 55022, IEC/EN 61000-6-4, IEC/EN 61000-6-2, IEC 62920, FCC Parte 15 Clase A	CISPR 11, CISPR 22, EN55011:2017, EN 55022, IEC 62920, FCC Parte 15 Clase A	
Cumple con las normas y directivas de calidad	VDI/VDE 2862 página 2, DIN EN ISO 9001		
● De serie ○ Opcional			
Modelo comercial	SC-2500-EV-10	SC-2750-EV-10	SC-3000-EV-10

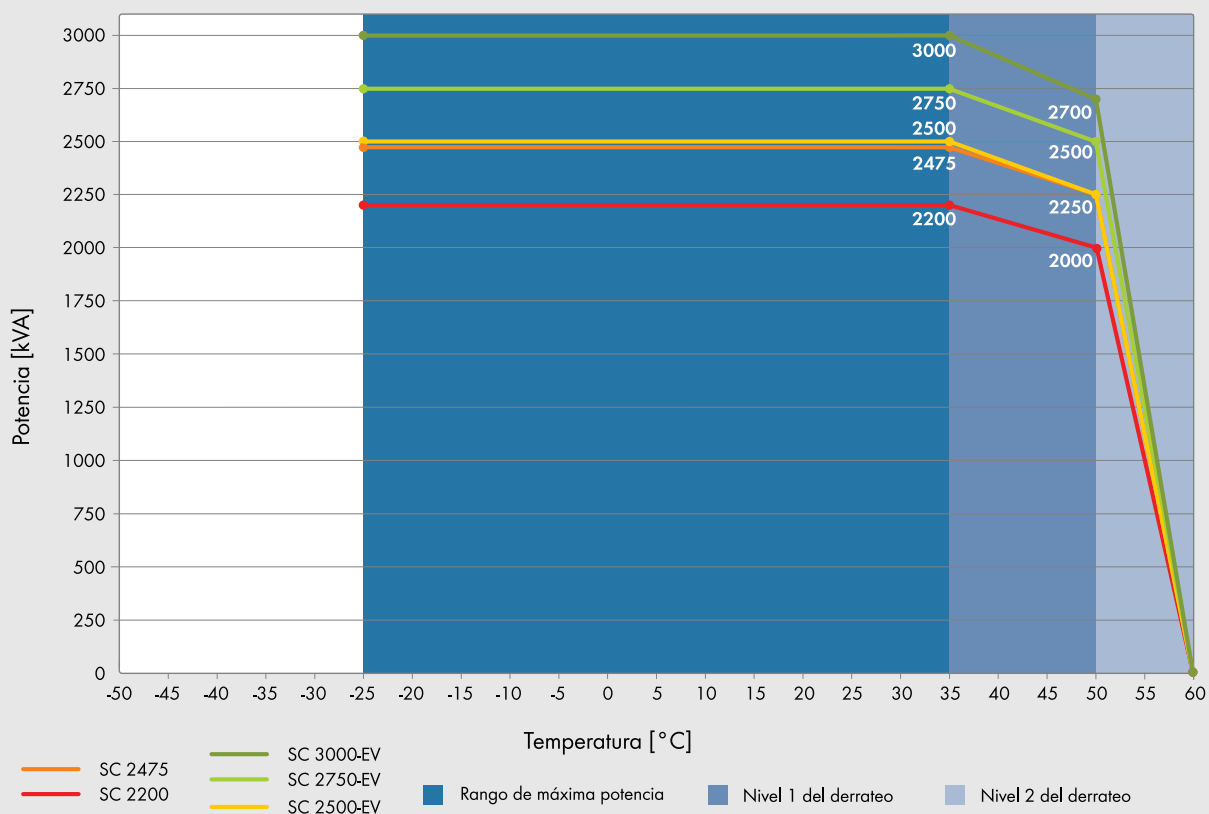
- 1) La potencia nominal CA se reduce con el mismo ratio que la tensión nominal CA
- 2) Rendimiento medido sin autoalimentación
- 3) Rendimiento medido con autoalimentación
- 4) Autoconsumo en funcionamiento nominal
- 5) Autoconsumo con < 75 % Pn a 25 °C
- 6) Autoconsumo promediado desde el 5 % hasta el 100 % Pn a 35 °C
- 7) Nivel de presión sonora a 10 m de distancia

- 8) Los valores se aplican solo a inversores. Los valores admisibles de soluciones de media tensión de SMA se especifican en las fichas de datos correspondientes.
- 9) Rango de tensión de CA solo se puede ampliar para redes de 50 Hz / 753 V (la opción "Autoalimentación: externa" deberá seleccionarse, la opción "Alimentación adicional externa" no se puede combinar).
- 10) Una relación cortocircuito < 2 tiene que ser autorizada aparte de SMA
- 11) Según la tensión de entrada

ESQUEMA DE LA PLANTA



COMPORTAMIENTO TÉRMICO (CON $\cos \varphi = 1$)





Certificado de conformidad

Solicitante: SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Alemania

Producto: Inversor fotovoltaico

Modelo: SC 3000-EV-10
SC-2750-EV-10
SC-2500-EV-10
SC 2475-10
SC-2200-10

Uso reglamentario:

Los inversores listados previamente son trifásicos y disponen de un dispositivo de desconexión / conexión automática controlado por software, de acuerdo con la normativa que se detalla a continuación. El usuario final no tendrá acceso al software de ajustes.

Cumplimiento de las reglas y normativas:

UNE 206007-1:2013 IN

Requisitos de conexión a la red eléctrica Parte 1: Inversores para conexión a la red de distribución

IEC 62109-2:2011

Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos particulares para inversores.

IEC 62116:2014

Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.

DIN V VDE V 0126-1-1:2006 (Seguridad culpa individual)

Dispositivo de desconexión automática entre un generador y la red pública de baja tensión

RD 661:2007

Por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial

Nota:

Los inversores disponen de una protección anti-isla según la IEC 62116, que no ha sido ensayada de acuerdo a la UNE debido a falta de capacidad en el laboratorio de ensayos. En cualquier caso, para instalaciones a partir de 5 MW es necesario la implementación de un teledisparo siendo innecesario por tanto una protección anti-isla.

El concepto de seguridad de un producto representativo de los mencionados arriba, corresponde, en el momento de la emisión de este certificado, a las especificaciones válidas de seguridad para el empleo especificado conforme a la normativa vigente.

Número de informe: 15TH0407-UNE206007-1_0

Número de certificado: U18-0573

Fecha: 2018-10-19

Organismo de certificación



Holger Schaffer



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-ZE-12024-01-00

Organismo de certificación de Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Acreditado con arreglo a la normativa europea DIN EN ISO/IEC 17065



Declaración de conformidad con el R.D. 661:2007

- STP 15000TL-30, STP 20000TL-30, STP 25000TL-30
- STP 50-40
- STP 60-10, STPS 60-10, SHP 75-10
- SHP 150-20, SHP 100-20
- SC 500CP XT, SC 630CP XT, SC 720CP XT, SC 760CP XT, SC 800CP XT, SC 850CP XT, SC 900CP XT, SC 1000CP XT
- SC2200, SC2500-EV, SC2750-EV, SC 3000-EV

Los inversores de SMA listados previamente cumplen con lo especificado en el R.D. 661:2007 con las siguientes características:

1. La desconexión y conexión del inversor del/al punto de inyección se llevará a cabo por medio de protecciones internas controladas por software

- Inicialá una desconexión cuando los parámetros de red se encuentren fuera de los siguientes límites, siempre y cuando el inversor haya sido correctamente configurado:

Parámetro	V_{max}	V_{min}	f_{max}	f_{min}
Umbral	$1,1 \times V_n$	$0,85 \times V_n$	51 Hz	48 Hz *
Tiempo de actuación	500 ms	500 ms	> 100 ms	> 3 s

* Para instalaciones en los SEIE, $f_{min} = 47,5$ Hz

- Inicialá una (re-)conexión automática a la red en 180 s. cuando tensión y frecuencia se encuentran dentro de los límites establecidos.
 - Dispone de una protección anti-isla activa que actúa, de acuerdo con la norma UNE EN 62116, aún en el caso de que haya otros inversores conectados en paralelo, siempre y cuando haya sido correctamente configurada.
 - Siempre que exista potencia disponible en continua (radiación solar suficiente), el inversor se conectará a la red sincronizándose con la misma en tensión ($\pm 8\%$), en frecuencia ($\pm 0,1$ Hz) y en fase ($\pm 10^\circ$).
 - El usuario final no tendrá acceso al software de ajustes.
2. La inyección de corriente continua del inversor en la salida de corriente alterna es inferior al 0,5 % de la corriente nominal CA del inversor en condiciones normales. Su medición se realizó tal y como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en Baja Tensión" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
 3. Todos los inversores son trifásicos.
 4. Cumplen lo especificado en la Declaración de Conformidad de la CE, véase adjunto.
 5. Los inversores a continuación fueron suministrados de acuerdo a lo especificado anteriormente:

Modelo	P_{max} (VA)	P_{nom} (W)	N° de serie

Niestetal, 26.08.2019

SMA Solar Technology AG

ppa. Sven Bremicker
EVP Development Center

4 POWER BLOCK 2 INVERSORES

MV POWER STATION

4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000



Documento registrado en el Colegio Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya con fecha 14/06/2021, por Alejandro Rey-Stolle Degollada (7902).
<https://e-visat.eic.cat/verificacio> y utilizar el código 0142D8DD6586F2C7

MVPS 4400-20 / MVPS 4950-20 / MVPS 5000-20 / MVPS 5500-20 / MVPS 6000-20



Resistente

- La estación y todos sus componentes han sido sometidos a ensayos particulares
- Ideal para condiciones ambientales extremas

Cómoda

- Sistema plug & play
- Salas de distribución transitables
- Completamente premontada para colocar y poner en marcha de manera sencilla

Económica

- Un menor esfuerzo de coordinación para la planificación y colocación
- Bajos gastos de transporte gracias a un contenedor de 40 pies

Flexible

- Solución global para mercados internacionales
- Múltiples opciones
- Compatible con MVPS 2200 – MVPS 3000

MV POWER STATION 4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000

Solución llave en mano para centrales fotovoltaicas

Con la potencia doble de los nuevos y resistentes inversores centrales Sunny Central y Sunny Central Storage y los componentes de media tensión perfectamente coordinados, la nueva MV Power Station ofrece una densidad de potencia aún mayor y puede entregarse como sistema llave en mano en cualquier parte del mundo. La solución integrada en un contenedor de 40 pies, ideal para el uso en centrales fotovoltaicas de nueva generación de 1500 V_{CC}, destaca por su rápido montaje y rápida puesta en marcha, así como su transporte sencillo y económico. Tanto la MVPS como el resto de los componentes han sido sometidos a ensayos particulares. La MV Power Station garantiza una máxima seguridad de la planta con un rendimiento energético máximo y un mínimo riesgo comercial.

Para validar la información de este documento se puede acceder a

MV POWER STATION

4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000

Datos técnicos	MV Power Station 4400
Entrada (CC)	
Inversores seleccionables	2 x SC 2200 o 2 x SCS 2200
Tensión de entrada máx.	1100 V
Corriente máx. de entrada	2 x 3960 A
Número de entradas de CC	2 x 24 protegidos por dos polos (2 x 32 protegidos por un polo)
Monitorización de zona integrada	○
Tamaños de fusible disponibles (por entrada)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
Salida (CA) del lado de media tensión	
Potencia estándar a 1000 m y con $\cos \varphi = 1$ (a -25 °C a 35 °C / 40 °C / 45 °C) ¹⁾	4400 kVA / 4000 kVA / 0 kVA
Potencia opcional a 1000 m y con $\cos \varphi = 1$ (a -25 °C a 35 °C / a 50 °C / a 55 °C) ¹⁾	4400 kVA / 4000 kVA / 0 kVA
Tensiones nominales de CA típicas	11 kV hasta 35 kV
Frecuencia de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Grupo de conexión del transformador Dy11y11/YNd11d11	● / ○
Sistema de refrigeración de transformador ONAF ²⁾ / KNAF ²⁾	● / ○
Corriente máx. de salida a 33 kV	78 A
Pérdidas en vacío del transformador: estándar / diseño ecológico de 33 kV	2,8 kW / 3,9 kW
Pérdidas en cortocircuito del transformador: estándar / diseño ecológico de 33 kV	37,5 kW / 37,5 kW
Coefficiente de distorsión máx.	< 3 %
Inyección de potencia reactiva	○ al 60 % de potencia de CA
Factor de potencia a potencia asignada / Factor de desfase ajustable	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
Rendimiento del inversor	
Rendimiento máximo ³⁾	98,6 %
Europeo Rendimiento ³⁾	98,4 %
Rendimiento californiano ⁴⁾	98,0 %
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	Interruptor-seccionador de CC
Punto de desconexión en el lado de salida	Interruptor de potencia en vacío de media tensión
Protección contra sobretensión de CC	Descargador de sobretensión del tipo I
Separación galvánica	●
Resistencia a arcos voltaicos, sala de distribución de media tensión (según IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s
Datos generales	
Dimensiones del contenedor ISO High Cube de 40 pies (ancho x alto x fondo) ⁵⁾	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm
Peso	< 26 t
Autoconsumo (máx. / carga parcial / promedio) ¹⁾	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW
Autoconsumo (en espera) ¹⁾	< 600 W
Tipo de protección según IEC 60529	Sala de distribución IP23D, la electrónica del inversor IP65
Entorno: estándar / activo químicamente / para zonas con polvo	● / ○ / ○
Tipo de protección según IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○ / ○
Valor máximo permitido para la humedad relativa del aire	15 % a 95 %
Máx. altura de operación sobre el nivel del mar 1000 m / 2000 m / 3000 m / 4000 m	● / ○ / ○ / ○ (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)
Consumo de aire fresco y transformador	20000 m³/h
Equipamiento	
Conexión de CC	Terminales de cable
Conexión de CA	Conector acodado de cono exterior
Conmutador graduado para el transformador MV: sin / con	● / ○
Devanado blindado para el transformador MV: sin / con	● / ○
Paquete de comunicación	○
Color de la carcasa de la estación	RAL 7004
Transformador para autoconsumo y equipos consumidores externos: sin / 30 kVA / 40 kVA / 50 kVA / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○
Instalación de distribución de media tensión: sin / 2 celdas / 3 celdas	● / ○ / ○
Una o dos celdas de cables con interruptor-seccionador, una celda del transformador con interruptor automático, resistencia a arcos voltaicos IAC A FL 20 kA 1 s según IEC 62271-200	
Accesorios de la instalación de distribución de media tensión: sin / contactos auxiliares / motor para la celda del transformador / conexión en cascada / monitorización	● / ○ / ○ / ○ / ○
Depósito de aceite: sin / con (integrado)	● / ○
Estándares (otros estándares consulte la ficha de datos del inversor)	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC – certificado, EN 50588-1
● De serie ○ Opcional – No disponible	
Modelo comercial	MVPS-4400-20

- 1) Datos referentes al inversor
- 2) ONAF = Refrigeración mediante circulación natural del aceite y circulación forzada de aire; KNAF = Refrigeración mediante circulación del aceite orgánico y circulación forzada de aire
- 3) Rendimiento medido en el inversor sin autoalimentación
- 4) Rendimiento medido en el inversor con autoalimentación
- 5) Dimensiones de transporte

MV Power Station 4950	MV Power Station 5000	MV Power Station 5500	MV Power Station 6000
2 x SC 2475 o 2 x SCS 2475	2 x SC 2500-EV o 2 x SCS 2500-EV	2 x SC 2750-EV o 2 x SCS 2750-EV	2 x SC 3000-EV o 2 x SCS 3000-EV
1100 V	1500 V	1500 V	1500 V
2 x 3960 A	2 x 3200 A	2 x 3200 A	2 x 3200 A
2 x 24 protegidos por dos polos (2 x 32 protegidos por un polo)			
○	○	○	○
200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A			
4950 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5000 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5500 kVA / 5000 kVA / 0 kVA	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
4950 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5000 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5500 kVA / 5000 kVA / 0 kVA	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
87 A	88 A	97 A	105 A
3,1 kW / 4,0 kW	3,1 kW / 4,0 kW	3,1 kW / 4,0 kW	3,2 kW / 4,5 kW
37,5 kW / 37,5 kW	37,5 kW / 37,5 kW	40,0 kW / 40,0 kW	45,5 kW / 45,5 kW
< 3 %	< 3 %	< 3 %	< 3 %
○ al 60 % de potencia de CA	○ al 60 % de potencia de CA	○ al 60 % de potencia de CA	○ al 60 % de potencia de CA
1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
98,6 %	98,6 %	98,7 %	98,8 %
98,4 %	98,3 %	98,6 %	98,6 %
98,0 %	98,0 %	98,5 %	98,5 %
Interrupción-seccionador de CC			
Interrupción de potencia en vacío de media tensión			
Descargador de sobretensión del tipo I			
●			
IAC A 20 kA 1 s			
12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm
< 26 t	< 26 t	< 26 t	< 26 t
< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW
< 600 W	< 740 W	< 740 W	< 740 W
Sala de distribución IP23D, la electrónica del inversor IP65			
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
15 % a 95 %	15 % a 95 %	15 % a 95 %	15 % a 95 %
● / ○ / ○ / ○ (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)	● / ○ / ○ (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)		
20000 m³/h	20000 m³/h	20000 m³/h	20000 m³/h
Terminales de cable	Terminales de cable	Terminales de cable	Terminales de cable
Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
○	○	○	○
RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC - certificado, EN 50588-1			
MVPS-4950-20	MVPS-5000-20	MVPS-5500-20	MVPS-6000-20

5 POWER BLOCK 1 INVERSOR

MV POWER STATION

2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000



Documento registrado en el Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya con fecha 14/06/2021, por Alejandro Rey-Stolle Degollada (7902).
<https://e-visat.eic.cat/verificacio> y utilizar el código 0142D8DD6386F2C7

MVPS 2200-20 / MVPS 2475-20 / MVPS 2500-20 / MVPS 2750-20 / MVPS 3000-20



Robust

- Station and all individual components type-tested
- Optimally suited to extreme ambient conditions

Easy to Use

- Plug and play concept
- Walk-in control rooms
- Completely pre-assembled for easy set-up and commissioning

Cost-Effective

- Easy planning and installation
- Low transport costs due to 20-foot container

Flexible

- Global solution for international markets
- Numerous options
- Compatible with MVPS 4400 – MVPS 6000

MV POWER STATION 2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000

Turnkey Solution for PV Power Plants

With the power of the new robust central inverters, the Sunny Central or Sunny Central Storage, and with perfectly adapted medium-voltage components, the new MV Power Station offers even more power density and is a turnkey solution available worldwide. The solution is the ideal choice for new generation PV power plants operating at 1500 V_{DC}. Delivered pre-configured in a 20-foot container, the solution is easy to transport and quick to assemble and commission. The MVPS and all components are type-tested. The MV Power Station combines rigorous plant safety with maximum energy yield and minimized deployment and operating risk.

Para validar la información de este documento se puede acceder a

MV POWER STATION

2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000

Technical Data	MV Power Station 2200
Input (DC)	
Available inverters	1 x SC 2200 or 1 x SCS 2200
Max. input voltage	1100 V
Max. input current	3960 A
Number of DC inputs	24 double pole fused (32 single pole fused)
Integrated zone monitoring	○
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
Output (AC) on the medium-voltage side	
Standard power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at 35°C / at 40°C / at 45°C) ¹⁾	2200 kVA / 2000 kVA / 0 kVA
Optionale power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at 35°C / at 50°C / at 55°C) ¹⁾	2200 kVA / 2000 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	6.6 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11	● / ○
Transformer cooling methods ONAN ²⁾ / KNAN ²⁾	● / ○
Max. output current at 33 kV	39 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign ³⁾	● / ○
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign ³⁾	● / ○
Max. total harmonic distortion	< 3%
Reactive power feed-in	○ up to 60% of AC power
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
Inverter efficiency	
Max. efficiency	98.6%
European efficiency	98.4%
CEC weighted efficiency ⁴⁾	98.0%
Protective devices	
Input-side disconnection point	DC load-break switch
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker
DC overvoltage protection	Surge arrester type I
Galvanic isolation	●
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s
General Data	
Dimensions of the 20-foot ISO container (W / H / D) ⁵⁾	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m
Weight	< 16 t
Self-consumption (max. / partial load / average) ¹⁾	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
Self-consumption (stand-by) ¹⁾	< 300 W
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP65
Environment: standard / chemically active / dusty	● / ○ / ○
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○ / ○
Maximum permissible value for relative humidity	15% to 95%
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m / 3000 m / 4000	● / ○ / ○ / ○ (earlier temperature-dependent de-rating)
Fresh air consumption of inverter and transformer	6500 m³/h
Features	
DC terminal	Terminal lug
AC connection	Outer-cone angle plug
Tap changer for MV-transformer: without / with	● / ○
Shield winding for MV-Transformer: without / with	● / ○
Communication package	○
Station enclosure color	RAL 7004
Transformer for external loads: without / 20 kVA / 30 kVA	● / ○ / ○
Medium-voltage switchgear: without / 2 feeders / 3 feeders	● / ○ / ○
1 or 2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200	
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○
Oil containment	○
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076 , CSC certificate, EN 50588-1
● Standard features ○ Optional features – Not available	
Type designation	MVPS-2200-20

- 1) Data based on inverter
- 2) ONAN = Mineral oil with natural air cooling; KNAN = Organic oil with natural air cooling
- 3) Losses in accordance with the Ecodesign regulations, EN 50588-1
- 4) Efficiency measured at inverter with internal power supply
- 5) Transport dimensions

MV Power Station 2475	MV Power Station 2500	MV Power Station 2750	MV Power Station 3000
1 x SC 2475 or 1 x SCS 2475	1 x SC 2500-EV or 1 x SCS 2500-EV	1 x SC 2750-EV or 1 x SCS 2750-EV	1 x SC 3000-EV or 1 x SCS 3000-EV
1100 V	1500 V	1500 V	1500 V
3960 A	3200 A	3200 A	3200 A
24 double pole fused (32 single pole fused)			
○	○	○	○
200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A			
2475 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2500 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2750 kVA / 2500 kVA / 0 kVA	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
2475 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2500 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2750 kVA / 2500 kVA / 0 kVA	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
43 A	44 A	49 A	53 A
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
< 3%	< 3%	< 3%	< 3%
○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power
1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
98.6%	98.6%	98.7%	98.7%
98.4%	98.3%	98.6%	98.6%
98.0%	98.0%	98.5%	98.5%
DC load-break switch	DC load-break switch	DC load-break switch	DC load-break switch
Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker
Surge arrester type I	Surge arrester type I	Surge arrester type I	Surge arrester type I
●	●	●	●
IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s
6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m
< 16 t	< 16 t	< 16 t	< 16 t
< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
< 300 W	< 370 W	< 370 W	< 370 W
Control rooms IP23D, inverter electronics IP65			
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%
● / ○ / ○ / ○ (earlier temperature-dependent de-rating)	● / ○ / ○ / – (earlier temperature-dependent de-rating)		
6500 m³/h	6500 m³/h	6500 m³/h	6500 m³/h
Terminal lug	Terminal lug	Terminal lug	Terminal lug
Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
○	○	○	○
RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
○	○	○	○
IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076 , CSC certificate, EN 50588-1			
MVPS-2475-20	MVPS-2500-20	MVPS-2750-20	MVPS-3000-20

6 CABLES AT 30 kV

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

AL EPROTENAX H COMPACT AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E
Designación genérica: AL HEPRZ1



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-1
IEC 60754-1



**REDUCIDA EMISIÓN
DE GASES TÓXICOS**
EN 60754-2
IEC 60754-2



**BAJA OPACIDAD
DE HUMOS**
EN 61034-2
IEC 61034-2



**ALTA RESISTENCIA
A LA ABSORCIÓN
DE AGUA**



**RESISTENCIA
AL FRÍO**



**RESISTENCIA
A LOS RAYOS
ULTRAVIOLETA**



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de
Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003884



CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

MAYOR INTENSIDAD ADMISIBLE Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento de HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

MENOR DIÁMETRO EXTERIOR Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menores peso y diámetro que redonda en un menor coste de la línea eléctrica.

FORMULACIÓN DE AISLAMIENTO PRYSMIAN Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

EXCELENTE COMPORTAMIENTO FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

NORMALIZADO POR IBERDROLA

- Temperatura de servicio: -25 °C, +105 °C,
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV), 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Fca**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

AL EPROTENAX H COMPACT AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E
Designación genérica: AL HEPRZ1



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.

Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228

Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa extrusionada de material conductor.

AISLAMIENTO

Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). **Espesor reducido.**

SEMICONDUCTORA EXTERNA

Capa extrusionada de material semiconductor **separable en frío.**

PANTALLA METÁLICA

Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm² (12/20 kV) ó 25 mm² (18/30 kV).

SEPARADOR

Cinta de poliéster.

CUBIERTA EXTERIOR

Material: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.

Color: rojo.

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
12/20 kV							
1 x 50/16	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1 x 95/16 (1)	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1 x 150/16 (1)	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1 x 240/16 (1)	28	4,3	36	3	1600	540	720
1 x 400/16 (1)	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1 x 630/16	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
18/30 kV							
1 x 95/25 (1)	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1 x 150/25 (1)	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1 x 240/25 (1)	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1 x 400/25 (1)	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1 x 630/25 (1)	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola.

(*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

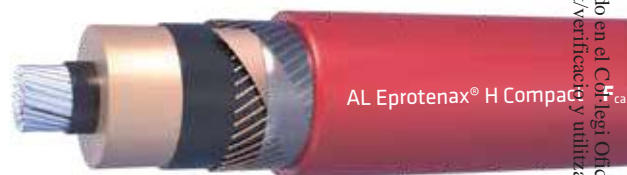
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U _p (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

AL EPROTENAX H COMPACT AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E
Designación genérica: AL HEPRZ1



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm²)	18/30 kV (pant, 25 mm²)
1 x 50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1 x 95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1 x 150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1 x 240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1 x 400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1 x 630/16 (2)	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV.

(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.

(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD μF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1 x 95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1 x 150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1 x 240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1 x 400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1 x 630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables en contacto y al tresbolillo.

7 CABLES BT DC

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica: AL XZ1 (S)



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
NFC 20454
DEF-STAN 02-713



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003862



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES



RESISTENCIA A LOS GOLPES



NORMALIZADO POR LAS PRINCIPALES COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: aluminio.

Flexibilidad: rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

CUBIERTA

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo Flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5X-1.

Color: negro.

APLICACIONES

- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA IMPORTANTE: Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se quiera Afumex (AS).

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica: AL XZ1 (S)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO TRIFÁSICA (3) A	INTENSIDAD ADMISIBLE (CORRIENTE CONTINUA) ENTERRADO (4) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
									cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1,91	76	58	70	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1,2	91	74	89	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0,868	114	90	107	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0,641	140	107	126	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0,443	180	132	156	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0,32	219	157	185	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0,253	254	178	211	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0,206	294	201	239	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0,164	337	226	267	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0,125	399	261	309	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	349	0,22	0,26

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (Al) (trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Al) (trifásica).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W. Corriente continua.

→ XLPE2 con instalación tipo método D1/D2 (Al) (continua).

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

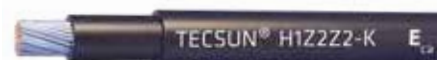
8 CABLES BT DC-BUS

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

BAJA TENSIÓN

TECSUN H1Z2Z2-K H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
Norma diseño: EN 50618
Designación genérica: H1Z2Z2-K



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2
NFC 32070-C2



NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO
EN 50305-9
DIN VDE 0482
parte 266-2-5



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 50525-1



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
EN 50305 (ITC < 3)



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LA ABRASIÓN



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV TECSUN PV1-F CPRO

Vida útil 30 años	SI
Certificación TÜV	SI
Temperatura máxima 120 °C en el conductor	20000 h
Resistencia al ozono	EN 50396, test B
Resistencia a los rayos UVA	Resistencia a la tracción y elongación a la ruptura después de 720 h (360 ciclos) de exposición a los rayos UVA según EN 50289-4-17, (Método A) HD 605/A1-2.4.20
Resistencia a la absorción del agua	DIN EN 60811-402
Protección contra el agua	AD7 (inmersión)
Prueba de contracción	EN 50618, tabla 2: < 2%
Resistencia al frío	Doblado a baja temperatura según EN 60811-1-4
Resistencia a calor húmedo	1000 h a 90 °C 85 % H.R. (EN 60811-2-78) (EN 50618)
Presión a temperatura elevada	< 50% EN 60811-508
Dureza Prysmian	Ensayo especial de Prysmian tipo A: 85 según DIN EN ISO 868
Resistencia a la abrasión	Ensayo especial de Prysmian DIN ISO 4649 contra papel abrasivo • Cubierta contra cubierta • Cubierta contra metal • Cubierta contra plásticos
Resistencia a penetración dinámica	EN 50618, anexo D
Resistencia a aceites minerales	EN 60811-2-1, 24 h, 100 °C
Resistencia a ácidos y bases	EN 60811-2-1, 7 días, 23 °C ácido n-oxáldico, hidróxido sódico
Resistencia al amoníaco	Ensayo especial de Prysmian 30 días en atmósfera saturada de amoníaco
Doble aislamiento (clase II)	SI

- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (20000 h); -40 °C, +90 °C (30 años). (Cable termoestable).
 - Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
 - Tensión continua máxima: 1,8/1,8 kV.
 - Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
 - Tensión alterna máxima: 1,2/1,2 kV.
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
 - Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 3D (D ≤ 12 mm) y 4D > 12 mm). (D = diámetro exterior del cable máximo).

Ensayos de fuego

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- No propagación del incendio: EN 50305-9; DIN VDE 0482 parte 266-2-5.
- Libre de halógenos: EN 50525-1.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: EN 50305 (ITC < 3).

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre estañado.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 120 °C (20000 h); 90 °C (30 años) 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: compuesto reticulado, tabla B.1, anexo B de EN 50618.

CUBIERTA

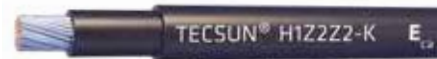
Material: compuesto reticulado, tabla B.1, anexo B de EN 50618.

Color: negro, rojo o azul.

Doble aislamiento (clase II).

TECSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
 Norma diseño: EN 50618
 Designación genérica: H1Z2Z2-K



APLICACIONES

- Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÍNIMO) mm	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,6	4,4	5	40	13,7	24	30	30,48
1 x 2,5	1,9	4,8	5,4	50	8,21	34	41	18,31
1 x 4	2,4	5,3	5,9	70	5,09	46	55	11,45
1 x 6	2,9	5,8	6,4	80	3,39	59	70	7,75
1 x 10	4	7,0	7,6	130	1,95	82	98	4,60
1 x 16	5,5	9,0	9,8	200	1,24	110	132	2,89
1 x 25	6,4	10,4	11,2	290	0,795	146	176	1,83
1 x 35	7,5	11,7	12,5	400	0,565	182	218	1,32
1 x 50	9	13,5	14,5	550	0,393	220	276	0,98
1 x 70	10,8	15,5	16,5	750	0,277	282	347	0,68
1 x 95	12,6	17,7	18,7	970	0,210	343	416	0,48
1 x 120	14,3	19,2	20,4	1220	0,164	397	488	0,39
1 x 150	15,9	21,4	22,6	1510	0,132	458	566	0,31
1 x 185	17,5	23,7	25,1	1850	0,108	523	644	0,25
1 x 240	20,5	27,1	28,5	2400	0,0817	617	775	0,20

(1) Valores aproximados.

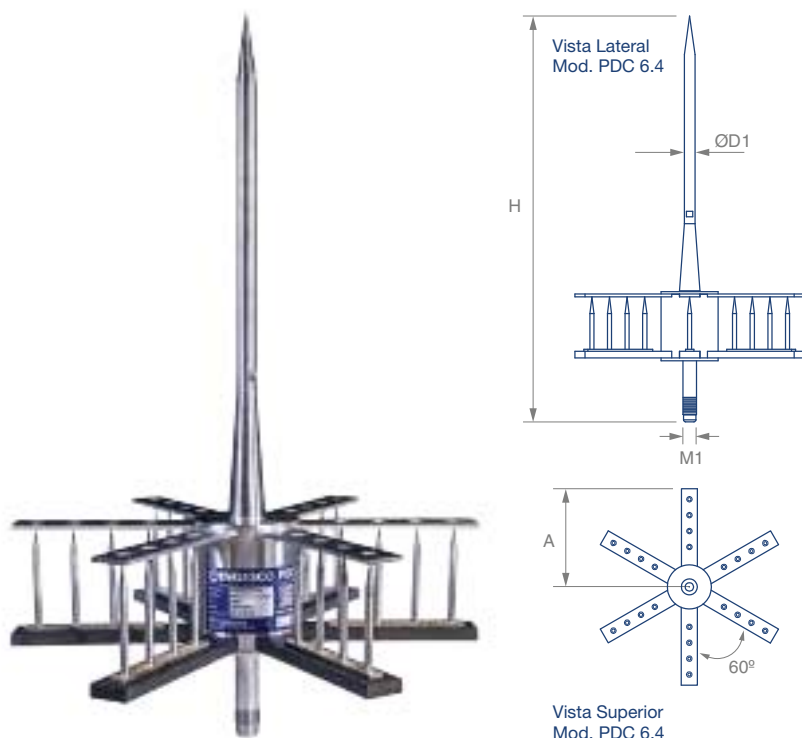
(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
 → XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
 Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
 Valor que puede soportar el cable, 20000 h a lo largo de su vida útil (30 años).

9 PARARRAYOS

► PARARRAYOS INGESCO® PDC

Pararrayos con dispositivo de cebado no electrónico, normalizado según normas UNE 21.186:2011, NFC17-102:2011 y NP4426:2013



► funcionamiento

El diseño del pararrayos INGESCO® PDC permite producir una ionización de las partículas de aire alrededor de la punta del captador, que genera un trazador ascendente dirigido hacia la nube. Esta corriente de iones intercepta y canaliza desde su origen la descarga eléctrica del rayo.

Entre el conjunto excitador (que se encuentra al mismo potencial que el aire circundante) y la punta y el conjunto deflector (que se hallan a igual potencial que la tierra) se

establece una diferencia de potencial que es tanto más elevada cuanto más alto es el gradiente de potencial atmosférico, es decir, cuanto más inminente es la formación del rayo.

La obtención, mediante ensayos de laboratorio, del valor t (incremento del tiempo de cebado) permite establecer una correlación entre la velocidad de propagación de la corriente de iones y la distancia de impacto del rayo, a partir de la cual se calcula el radio de protección

para cada modelo de pararrayos (ver cuadro adjunto).

El conocimiento de estos radios de protección nos permite seleccionar el modelo de pararrayos más adecuado a las características de la estructura a proteger, de acuerdo con las normativas reguladoras UNE 21.186:2011, NFC17.102:2011 y NP4426:2013.

► niveles de protección

Model	PDC 3.1	PDC 3.3	PDC 4.3	PDC 5.3	PDC 6.3	PDC 6.4
Ref.	101000	101001	101003	101005	101008	101009
Δt	15 μs	25 μs	34 μs	43 μs	54 μs	60 μs
NIVEL I	35 m	45 m	54 m	63 m	74 m	80 m
NIVEL II	43 m	54 m	63 m	72 m	83 m	89 m
NIVEL III	54 m	65 m	74 m	84 m	95 m	102 m
NIVEL IV	63 m	75 m	85 m	95 m	106 m	113 m

Radios de protección calculados según: Normas UNE 21.186:2011 & NFC17.102:2011 (Estos radios de protección han sido calculados según una diferencia de altura entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado de 20m).

► especificaciones técnicas

Mod.	Ref.	Mat.	H (mm)	D1 (mm)	M1	A (mm)	Peso (g)
PDC 3.1	101000	Inox	387	16	M 20	95	2350
PDC 3.3	101001	Inox	598	16	M 20	156	3200
PDC 4.3	101003	Inox	598	16	M 20	156	3400
PDC 5.3	101005	Inox	598	16	M 20	156	3600
PDC 6.3	101008	Inox	598	16	M 20	156	3800
PDC 6.4	101009	Inox	598	16	M 20	186	4150

► características y beneficios

- 100% de eficacia en descarga.
- Nivel de protección clasificado de muy alto.
- Garantía de continuidad eléctrica. No ofrece resistencia al paso de la descarga.
- Pararrayos no electrónico; garantía de máxima durabilidad.
- Conserva todas sus propiedades técnicas iniciales después de cada descarga.
- Al no incorporar ningún elemento electrónico, no es fungible.
- No precisa de fuente de alimentación externa.
- Garantía de funcionamiento en cualquier condición atmosférica.
- Alta resistencia a la temperatura.
- Alta resistencia a la intemperie y atmósferas corrosivas.
- Sin mantenimiento.

El terminal aéreo de captación **INGESCO® PDC**, cumple las siguientes especificaciones técnicas:

- Dispone de un dispositivo de cebado:
 - Un dispositivo de anticipación del trazador ascendente
 - Un condensador electroatmosférico
 - Un acelerador atmosférico
- Un sistema de aislamiento certificado por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Su estructura está fabricada en Acero Inoxidable AISI316L
- Dispositivo de cebado fabricado en Acero Inoxidable AISI316L y poliamida (PA 66).

Queda así garantizado su efectivo funcionamiento en cualquier condición atmosférica y ambiental.

► instalación

La instalación de un pararrayos **INGESCO® PDC** debe seguir las prescripciones de las normas UNE 21.186:2011, NFC 17-102:2011 NP 4426:2013 y IEC 62.305, y debe tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- La punta del pararrayos debe estar situada, como mínimo, dos metros por encima del punto más alto de la edificación que protege.
- Para su instalación sobre el mástil, el pararrayos precisará de la correspondiente pieza de adaptación.
- Se deberá proteger el cableado de las cubiertas contra las sobretensiones y conectar a los bajantes las masas metálicas presentes dentro de la zona de seguridad.
- El pararrayos debe conectarse a una toma de tierra mediante uno o varios cables conductores que bajarán, siempre que sea posible, por el exterior de la construcción, con la trayectoria más corta y rectilínea posible.
- La toma o tomas de tierra, cuya resistencia no puede superar los 10 ohmios, deben garantizar una dispersión lo más rápida posible de la descarga del rayo.

► normativas | ensayos | certificados

INGESCO® PDC, cumple los requerimientos contenidos en las normativas siguientes:

- UNE 21.186:2011
- IEC 62.305
- NFC 17.102:2011
- IEC 62.561/1
- NP4426:2013

Además de todas las especificaciones descritas para este tipo de componentes en el Reglamento de Alta Tensión por el Ministerio de Industria y Energía. Registro industrial nº150.032, (Ministerio de Industria y Energía).
Fabricado desde 1984, es el primer pararrayos con dispositivo de cebado no electrónico en cumplir con la Norma UNE 21.186

El pararrayos **INGESCO® PDC** ha superado con éxito los ensayos y pruebas de certificación siguientes:

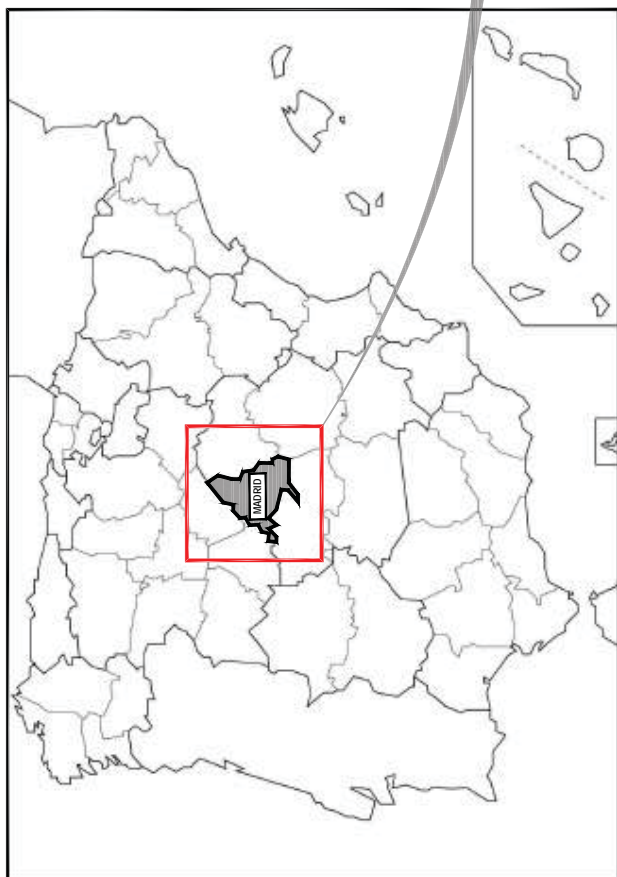
- Ensayo de evaluación del tiempo de cebado de pararrayos PDC (Anexo C UNE 21.186:2011), en el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Certificado de corriente soportada según IEC 62.561/1, emitido por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Certificado de aislamiento en condiciones de lluvia, emitido por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.



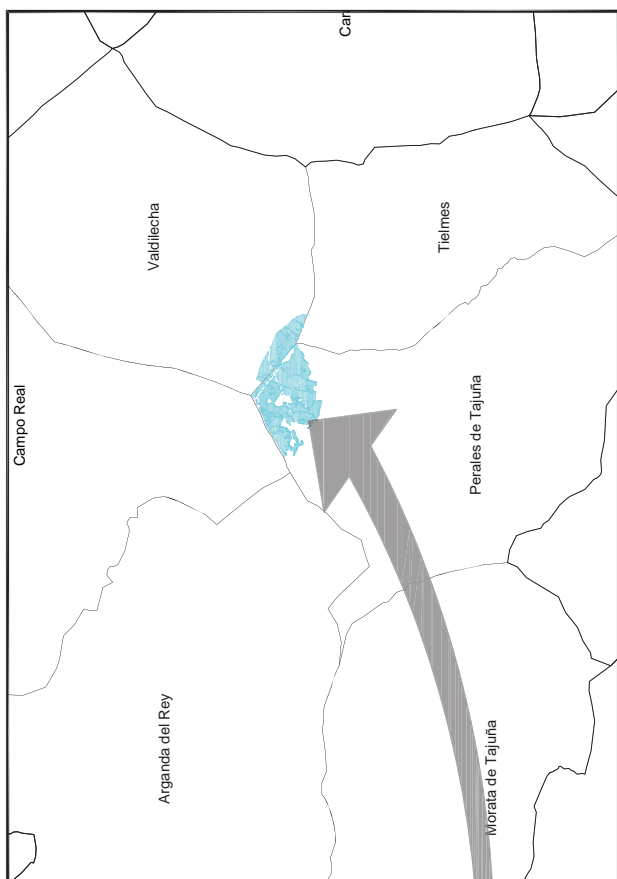
DENA DESARROLLOS SL

Duero 5 | 08223 Terrassa | Barcelona | Spain
T 937 360 305 | T (+34) 937 360 314
central@ingesco.com

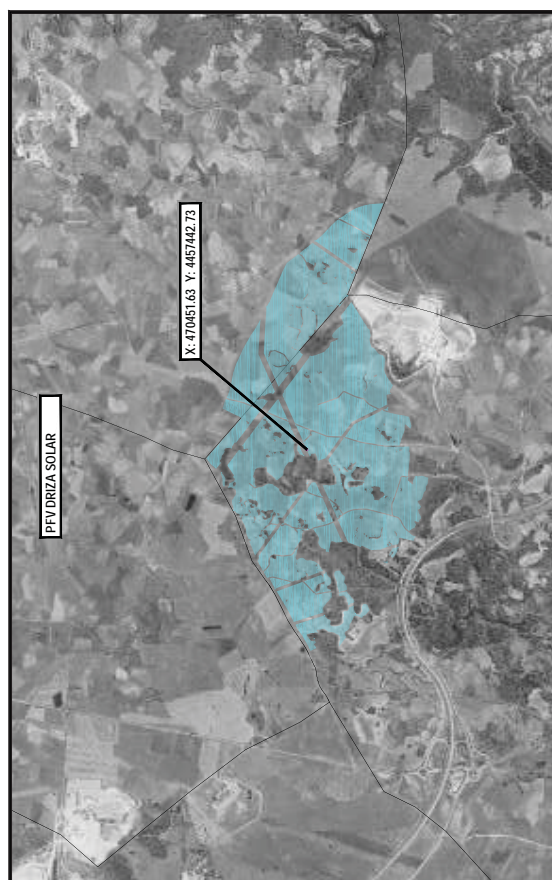
PARARRAYOS
INGESCO® PDC



SITUACIÓN GEOGRÁFICA
Sin Escala

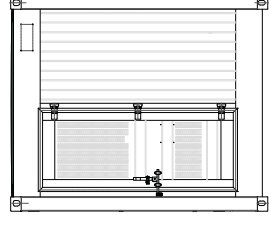
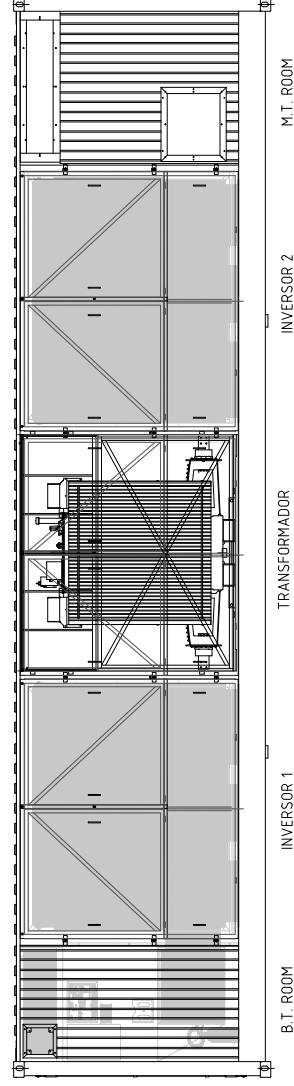
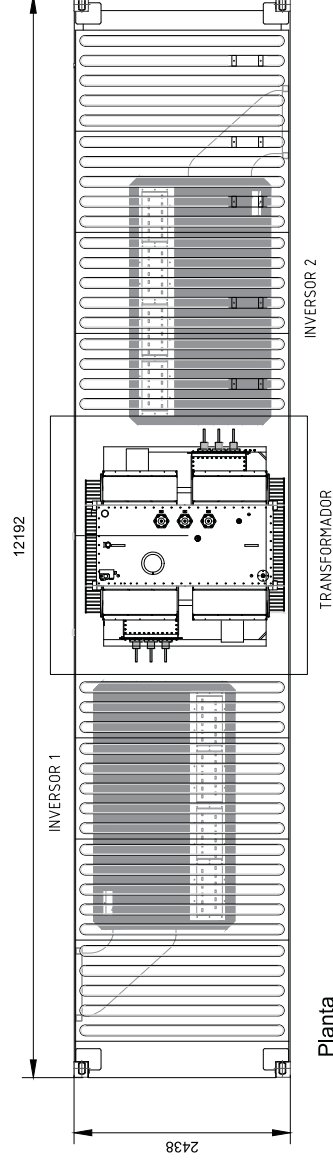
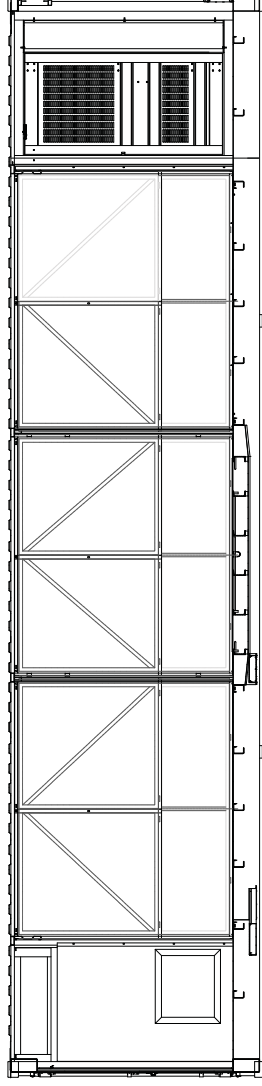
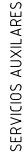
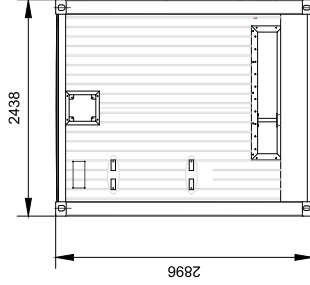



LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
Escala 1:125.000



PLANTA GENERAL FV
Escala: 1:40.000

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



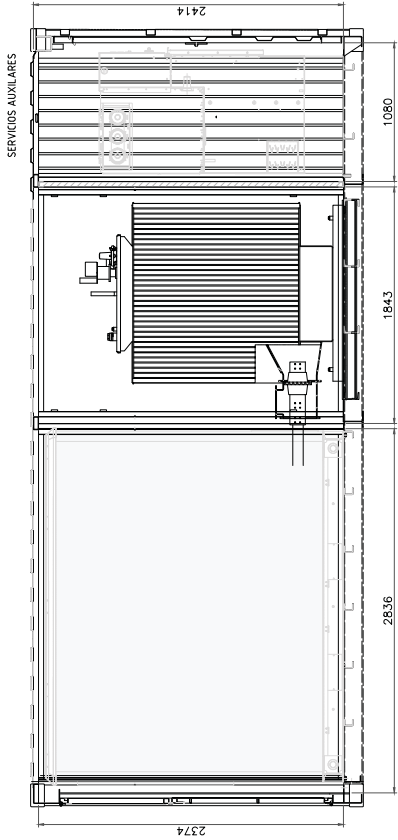
81	ENCARGO EJECUCIÓN	CLV	29/04/21
REV.	ESPECIFICACIÓN	FOR.	TECNI.
ESTADO:			
CLIENTE: DIZIA SOLAR, S.L.			
PLANTA: PLANTA FOTOVOLTAICA DIZIA SOLAR 134,72 kWp/1112,50 kW instalados PERALES DE TAJUÑA - VALDELECHA (MADRID)			
TÍTULO: PLANTA POWER BLOCK 2 INVERSORES			
ESCALA	S/E	TAMANO	A1
ID PROYECTO	SANAD-DRI	Nº PLANO:	1
		 SANAD-DRI-GEN-110	
		DEBILIDAD	CLV
		REVISADO	PGH
		REVISOR	R1



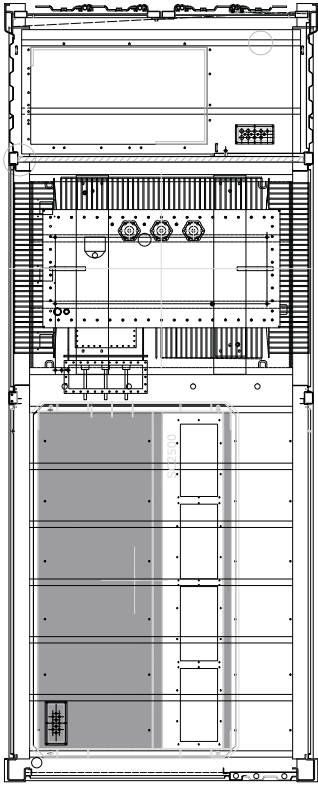
Inversor



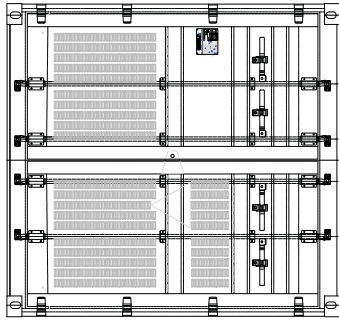
Transformador



Alzado Frontal



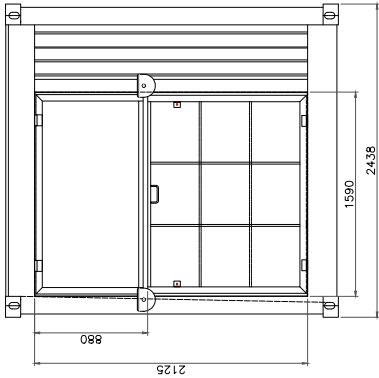
Planta



Alzado Lateral



Vista General Power Station



R1	PRIMERA EDICIÓN	GLV	23/04/21
REV:	DESCRIPCIÓN:	POR:	FECHA:
ESTADO:			

CLIENTE:

DRIZA SOLAR, S.L.

PLANTA: PLANTA FOTOVOLTAICA DRIZA SOLAR 134,72 MWp/112,50 MW (instalados)
PERALES DE PALUÑA - VALDIECHA (MADRID)

TÍTULO: PLANTA POWER BLOCK 1 INVERSOR

ESCALA:	S/E	HAZAROS:	A1	FECHA:	23/04/21	REVISADO:	GLV	PGH
ID PROYECTO:	SAN4-DRI	Nº PLANO:	SAN4-DR1GH-PLN-1111	HOJA:	SIGUIENTE	1		
								R1



**ADENDA AL PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA
FOTOVOLTAICA FV DRIZA SOLAR 125,9 MWp / 112,5 MW
INSTALADOS E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN 30 kV**

Habilitación Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI

Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 220459



0	Primera emisión	22/04/2022	I.G.G.	M.G.C.	M.G.C.
Rev.	DESCRIPCIÓN	FECHA	AUTOR	REVISADO	APROBADO
					
PROYECTO:					
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV DRIZA SOLAR E INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN EN 30kV					
CÓDIGO:		TÍTULO:			
SAN4-DRI-IGI-PTA-1000-R1		ADENDA MODIFICATORIA			

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES.....	3
2	PROPIEDAD	4
3	OBJETO.....	4
4	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	4
5	MODIFICACIONES DEL PROYECTO COMO RESULTADO DEL TRÁMITE DE INFORMACIÓN PÚBLICA...	6
6	RESUMEN	11
7	ANEXO I: RBDA	14
8	ANEXO II: PRESUPUESTO	15
9	ANEXO III: PLANOS	16
9.1	IMPLANTACIÓN GENERAL	16
9.2	COMPARATIVA VALLADOS	16
9.3	DETALLE EVACUACIÓN	16
10	ANEXO IV: CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA.....	17



Habilitación
Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI
Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459
COIINA



1 ANTECEDENTES



Driza Solar S.L, objeto de la presente adenda al proyecto de ejecución de Planta Fotovoltaica Driza Solar, presenta los siguientes antecedentes administrativos:

En octubre de 2020 se elaboró la subsanación de dicho proyecto. En agosto se presentó el Proyecto Básico Administrativo de la Planta FV Driza Solar de 112,5 MWp y sus infraestructuras de evacuación en 30 kV en los términos municipales de Perales de Tajuña y Valdilecha (Madrid).

En cumplimiento del primer hito administrativo según lo dispuesto en el artículo 1.1.b) del Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, con fecha 1 de diciembre de 2020, fue expedida por la Política Energética y Minas la Admisión a Trámite de solicitud de la Autorización Administrativa Previa (AAp) y la Autorización Administrativa de construcción (AAc) de la planta fotovoltaica Mástil Solar, de 100 MWp y la Admisión a Trámite de solicitud AAP de la planta fotovoltaica Driza Solar, de 112,50 MWp, así como sus infraestructuras de evacuación asociadas, en la provincia de Madrid. Esto ha dado lugar a la apertura del expediente "PFot-190 AC" por parte del Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico para el citado grupo de plantas fotovoltaicas y sus correspondientes infraestructuras eléctricas. En junio de 2021 se solicitó una ampliación del expediente solicitando Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública de todas las plantas incluidas en el expediente, además de la Autorización Administrativa previa y Declaración de Impacto Ambiental. Se ha iniciado la fase de tramitación al haber sido sometido a información pública entre los meses de noviembre 2021 y marzo 2022.

La evacuación de energía de la planta se realizará a través de una posición de la Subestación existente "SET San Fernando 400 kV", en base al permiso de acceso y conexión al concedido con IVA de referencia DS.DAR.19_5661. Dicho permiso de acceso concede a Driza Solar una capacidad en el punto de conexión de 103,65 MWn, por lo que la planta se regulará para que dicha potencia no se supere en ningún momento.

La evacuación de energía de la Planta Fotovoltaica Driza Solar hasta la "SET San Fernando 400 kV" se hace por medio de instalaciones de evacuación comunes a otros promotores. Estas instalaciones son la subestación "SET Rececho 220/30kV", la cual a su vez conecta con la "SET Grillete 220/30kV". Esta última conectará con la "SET Noguera 220/30kV", la cual se conecta a la "SET San Fernando Renovables 220/400kV" que finalmente estará conectada con la "SET San Fernando 400 kV", propiedad de Red Eléctrica de España (REE). Estas infraestructuras se están tramitando en los expedientes PFot 190 AC, PFot 172 AC y PFot 195 AC.

Habilitación
Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI
Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459
COIINA

2 PROPIEDAD



Driza Solar S.L. es una compañía dedicada a la promoción, construcción, operación, mantenimiento y explotación de centrales generadoras de electricidad a través de energía solar. Es una empresa comprometida con el medio ambiente, y firmemente interesada en dar apoyo a la red a través de las energías renovables.

Los principales datos del promotor del proyecto son los siguientes:

Nombre	Driza Solar S.L.
NIF	B-88207881
Domicilio Social	C/ de la Ribera del Loira 38, Piso 3, 28042 - Madrid
Persona de contacto	Antonio Arturo Sieira Mucientes
Dirección	C/Cardenal Marcelo Spínola 4, 1ºD, 28016 Madrid
Teléfono	910059775
e-mail	sanfernando@ignisenergia.es

3 OBJETO

La redacción de la presente adenda se realiza para formalizar las adaptaciones requeridas en el proceso de Información Pública de la solicitud de Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Impacto Ambiental de FV DRIZA SOLAR. Principalmente se subsanará las adaptaciones requeridas en informe de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales en los términos municipales de Perales de Tajuña y Valdilecha (Madrid).

Cabe destacar, como se demostrará más adelante, que se han mantenido los criterios técnicos de diseño con respecto al proyecto técnico que ha sido sometido a información pública. Asimismo, destacar que las adaptaciones llevadas a cabo no se consideran sustanciales en la medida que no implican nuevas afecciones sobre organismos públicos ni sobre nuevos propietarios, y los impactos producidos por esta nueva versión del proyecto tras el proceso de información pública se verán reducidos. Para justificar este último punto con más detalle, se aportará, junto al presente documento técnico, una adenda al Estudio de Impacto Ambiental.

4 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

En base a la normativa vigente, y siguiendo criterios conservadores, se ha realizado el diseño de la planta siguiendo los siguientes criterios:

- Distancia de vallado a los extremos de caminos públicos existentes: 5 m.
- Distancia de vallado a los extremos de carreteras existentes: 25 m.

Habilitación
Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI
Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459



- Distancia de las estructuras a cada lado del eje de las líneas eléctricas en función de la tensión de las mismas:
Líneas ≥ 400 kV: 30 m.
Líneas < 400 kV y > 220 kV: 25 m.
Línea < 220 kV y > 132 kV: 20 m.
Líneas ≤ 132 kV: 12 m.
- Se han respetado los apoyos de las líneas eléctricas con los cruces del vallado y zanjas de media tensión.
- Se respetan las zonas de encinas tanto con las estructuras como con los caminos internos y zanjas de media tensión.

Las distancias a los elementos señalados quedan reflejadas en el **ANEXO III: PLANOS**.

En cuanto a viales y accesos, se plantea el acceso desde la carretera M-220 al oeste en torno al punto kilométrico 1 y posteriormente por el Camino de Morata a Campo Real hasta llegar a nuestra implantación. Otro acceso será M-229 al norte, en torno al punto kilométrico 8, y, a partir de ésta, por el Camino de Alcalá de Henares a Valdilecha que da acceso a las parcelas consideradas, como se muestra en la siguiente imagen. Se incluye igualmente la información detallada en el **ANEXO III: PLANOS**.

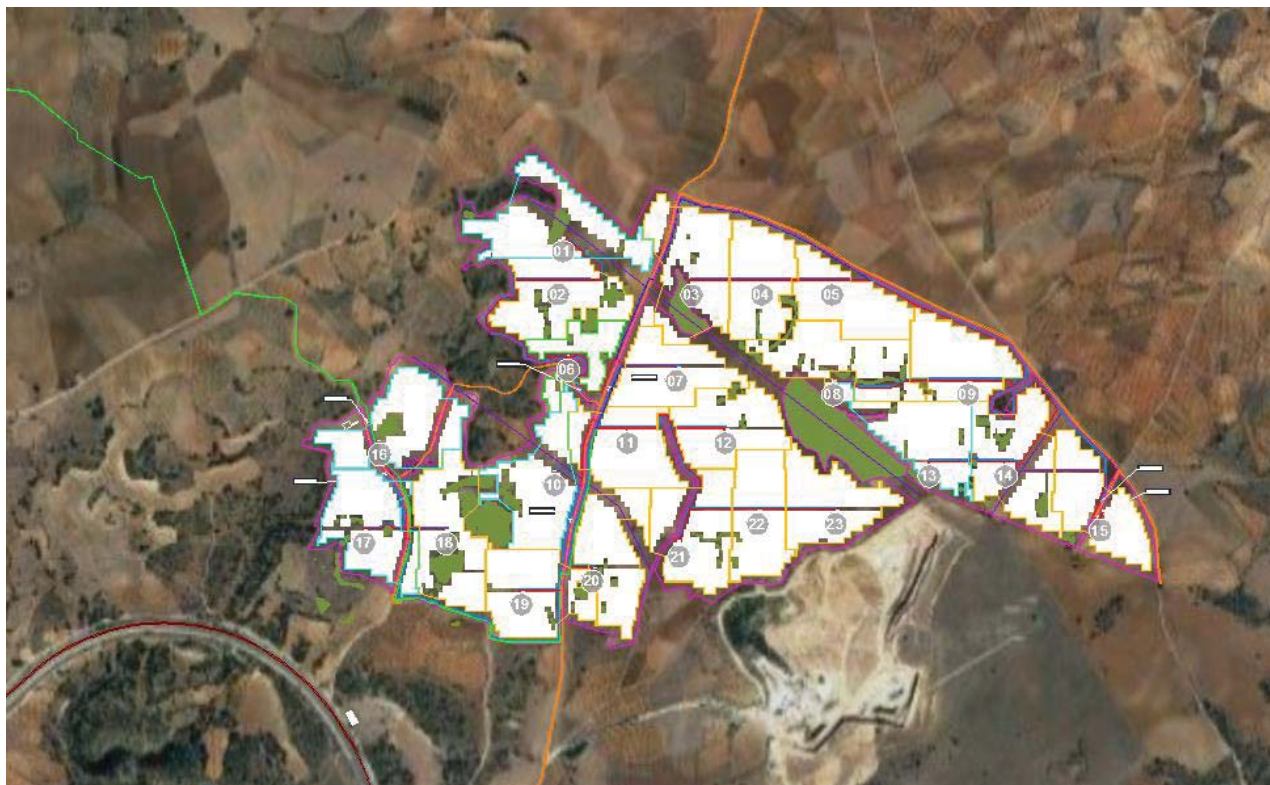


Imagen 1. Accesos planta

Por último, los equipos para esta planta fotovoltaica se mantienen con respecto al proyecto técnico administrativo presentado inicialmente por lo que sus características técnicas y fichas de producto pueden consultarse en dicho PTA.



5 MODIFICACIONES DEL PROYECTO COMO RESULTADO DEL TRÁMITE DE INFORMACIÓN PÚBLICA

La modificación del diseño de la planta FV Driza Solar se adapta principalmente al requerimiento de la D.G. de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid en el que se solicita:

“La intersección de esta zona de alto valor natural estratégico con el proyecto, así como la inexistencia de referencias en la planificación de la red de corredores ecológicos, conduce a determinar la no consideración de estos criterios a la hora de planificar el territorio. Por ello, resulta necesario reconsiderar la ubicación o extensión del proyecto para evitar la afección a los corredores ecológicos principal “Los Yesos” y secundario “de Tielmes”, o proponer alternativas al mismo dentro del programa agroambiental a definir.”

Por lo tanto, se hace necesario:

- Asegurar una distancia mínima de 500 metros entre las distintas PFVs para garantizar la conectividad ecológica de la zona, en este caso PFV Driza Solar y Mástil Solar. Teniendo en cuenta reducciones propuestas de ambas PFVs, Driza Solar 55,75 ha en la zona noroeste y Mástil Solar 18,5 ha en la zona este.
- Reducir la superficie asociada a la planta para minimizar la afección sobre zonas con valores naturales de importancia y con zonas de paso de fauna terrestre que resultan coincidentes con parte del Corredor Secundario de Tielmes que pasa a tener aproximadamente 40,79 ha menos de ocupación por la PFV Driza Solar.

Con todo ello, la reducción planteada para la PFV Driza Solar es de 55,75 ha, un 22,36 % de reducción respecto de la superficie inicial.

Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI

Habilitación
Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459



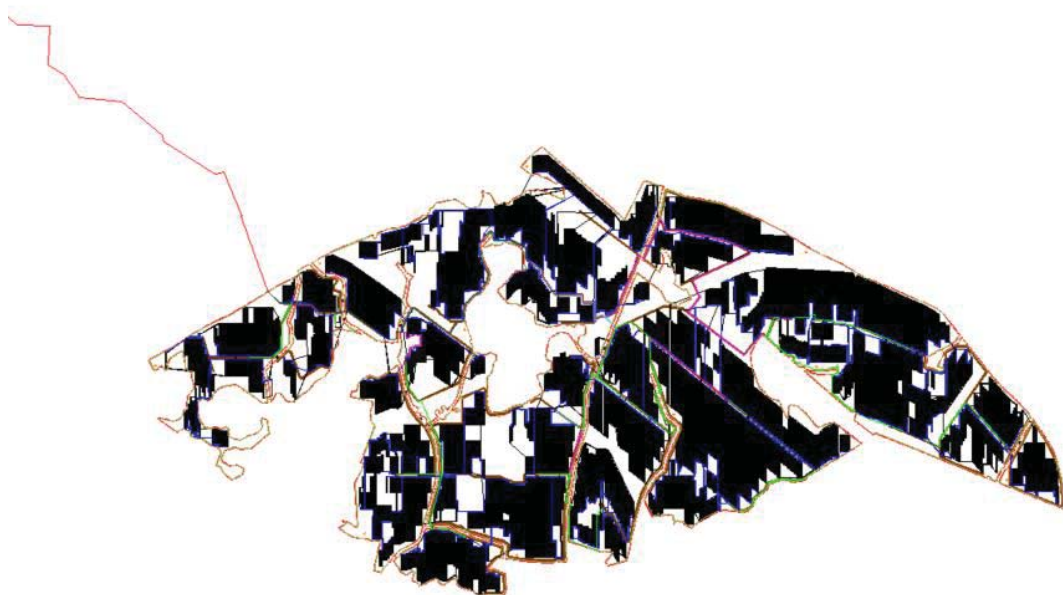


Imagen 2. Implantación inicial, sin consideraciones

Teniendo en cuenta los requerimientos citados anteriormente, la implantación quedaría de la siguiente manera (imagen 3):

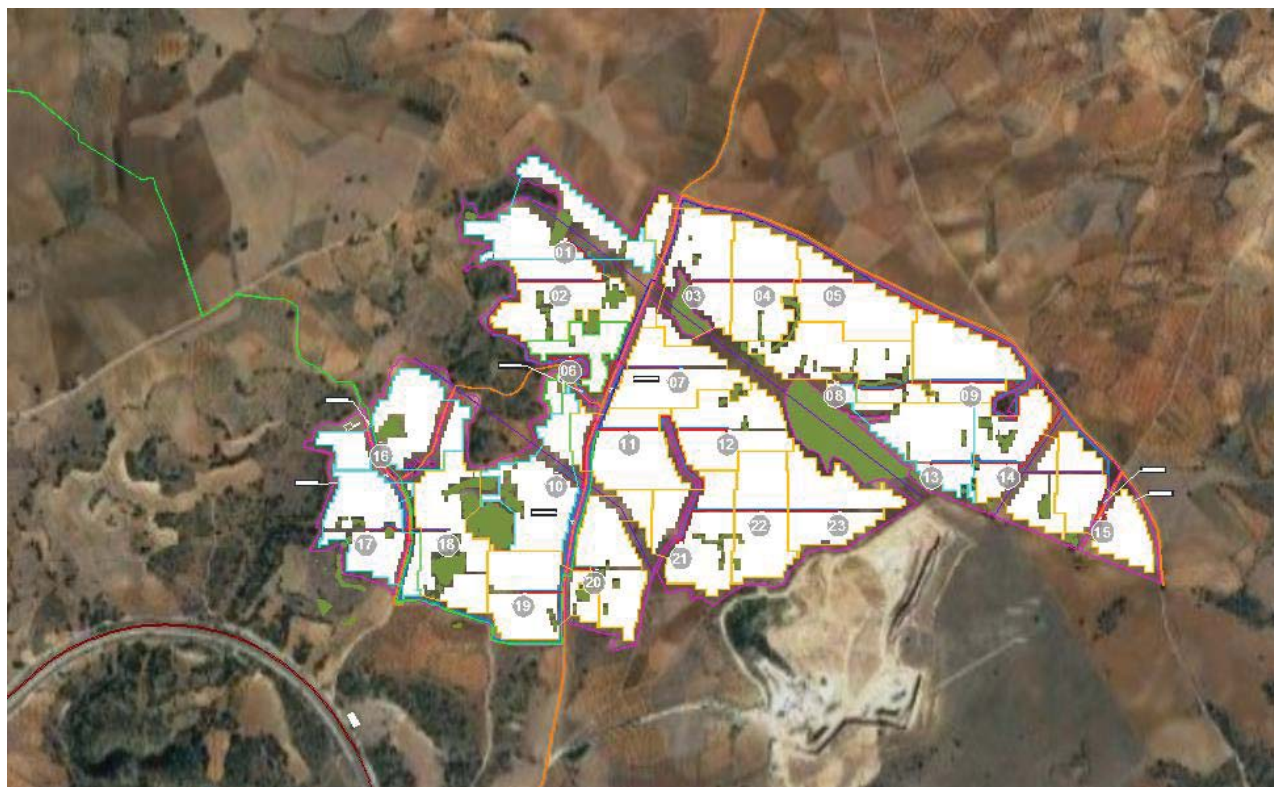


Imagen 3. Implantación final, teniendo en cuenta los requerimientos

La planta general con sus requerimientos queda recogida en el **ANEXO III: PLANOS**.



En la siguiente imagen (imagen 4) se muestra una comparativa del vallado de la implantación del PTA (color cian) con el vallado de la implantación actual (color rosa).

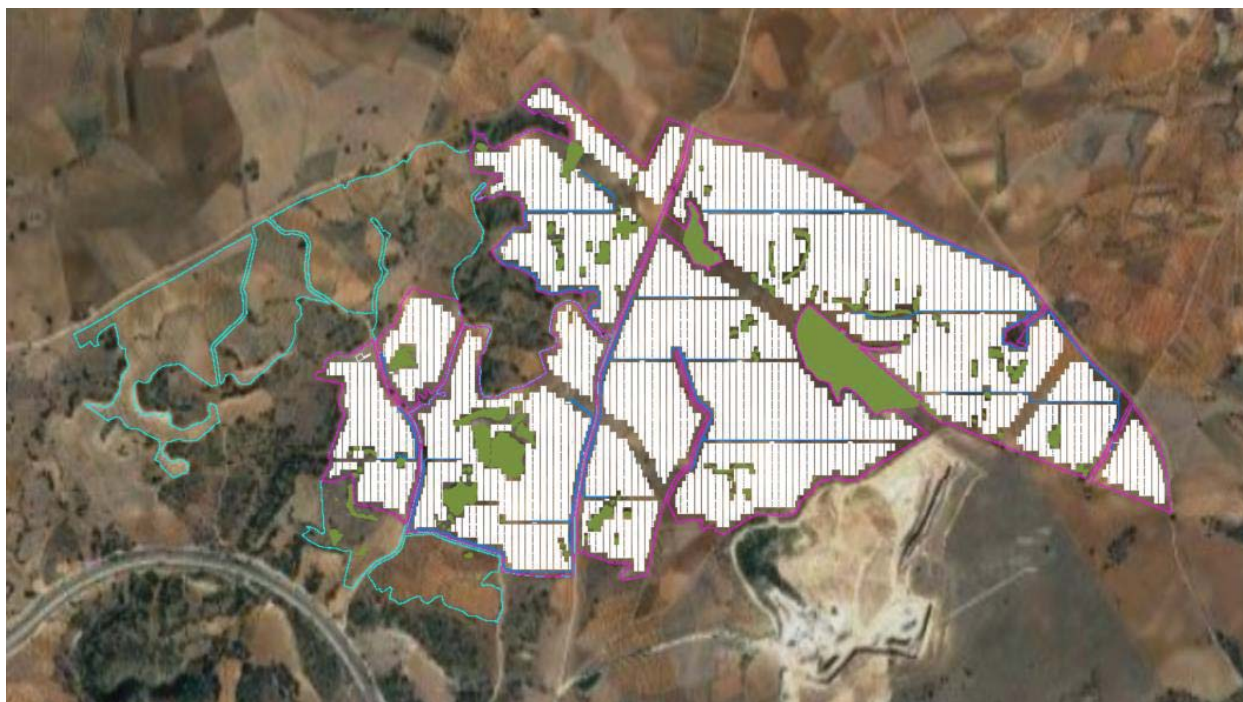


Imagen 4. Comparativa vallado

Adicionalmente, se evita la ocupación permanente con la línea de evacuación en 30 kV de la PFV Driza Solar de un terreno propiedad de Calizas Campo Real S.A., que ha mostrado su disconformidad con la afección. Dicha adaptación no supone la ocupación de ninguna parcela adicional a las contempladas en la RBDA inicial, ya que discurre por parcelas ya afectadas. A continuación, se muestra el trazado adaptado al requerimiento de Calizas Campo Real S.A.

Habilitación
Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI
Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459





Imagen 5. Comparativa líneas de evacuación

En la imagen superior, en rojo se muestra el trazado de la línea de evacuación anterior, y en verde el trazado de la línea de evacuación modificada. La traza de la línea de evacuación junto con sus requerimientos queda recogida en el ANEXO III: PLANOS.

A continuación, se señalan los cambios que ha sufrido el proyecto expuesto en información pública:

- **Módulo:** El modelo del módulo no varía, pero sí el número de módulos totales, pasando de 299.376 unidades a las **279.882 unidades**. Por lo tanto, el módulo sería modelo **CANADIAN SOLAR CS3W - 450 MS de 450Wp** con una **longitud de 2,108 metros**.
- **Tracker:** El modelo del tracker no varía, pero sí varían el número de trackers totales y el número de strings por tracker, siendo con este anexo modificadorio de **2.726-716-756 (3-2-1 strings) unidades**. Por tanto, el tracker sería modelo **PVH-MONOLITE 3H (3-2-1 STRINGS)** y se tendrán **un total de 4.198 unidades**.
- **Power Station:** El modelo de power station no varía, pero si varían el número de PS que pasa de 24 unidades (21x5.000 KVA + 3x2.500 KVA) a **23 unidades (22x5.000 KVA + 1x2.500 KVA)**. Por tanto, se tendrán un total de **23 PS** de modelo **SMA MV POWER STATION 2500/5000**.
- **Potencia pico:** La potencia pico pasa de ser 134.719.200 Wp a ser **125.946.900 Wp**.

- **Potencia instalada:** La potencia instalada de inversores no varía y es de **112.500.000 Wn**.
- **Potencia nominal:** La potencia nominal no varía y es de **103.650.000 Wn**.
- **Vallado:** Se adapta el vallado para cumplir con los requerimientos. **Ver ANEXO III: PLANOS.**
- **Accesos:** Se adapta algún acceso debido al cambio de vallado y nueva distribución de los trackers. **Ver ANEXO III: PLANOS.**
- **Viales internos:** Se adaptan los viales internos debido al cambio de distribución de los trackers. Pasan de 6 metros a **4 metros** y se eliminan los viales perimetrales. **Ver ANEXO III: PLANOS.**
- **Media tensión:** Se adapta el trazado de media tensión debido al cambio de distribución de la planta, lo que hace que las **PS** cambien con respecto a su ubicación inicial. **Ver ANEXO III: PLANOS.**
- **Baja tensión:** Se adapta el trazado de baja tensión debido al cambio de distribución de la planta, lo que hace que las **PS** cambien con respecto a su ubicación inicial. **Ver ANEXO III: PLANOS.**



Habilitación
Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI
Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459




El resultado de las modificaciones implementadas ha dado lugar a una **reducción** del área disponible de implantación de unas **55,75 ha** que se han debido principalmente a dar **cumplimiento a los requerimientos medioambientales** dispuestos por la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid.

Estos cumplimientos han dado lugar a los siguientes **ajustes en cuanto a criterios técnicos**:

- Se ha reducido el número de módulos, y por tanto la potencia pico de la planta.
- La distancia entre seguidores o pitch se ha mantenido y sigue siendo de 6,65 metros.
- El área de ocupación de las parcelas afectadas se ha visto reducida considerablemente, llegándose a excluir varias parcelas en su totalidad como se muestra en la Relación de Bienes y Derechos Afectados. Como consecuencia de ello, se ha adaptado el vallado a esa reducción de área de ocupación.
- Los accesos a las distintas zonas se han mantenido a excepción de aquellos cuyo retranqueo se debe a las modificaciones de reducción a las que se ha visto sometido el proyecto.
- Las zanjas para los circuitos de alta tensión en el interior de la planta se han adaptado. La zanja y línea de evacuación fuera de la planta hasta la SET elevadora se ha mantenido a excepción del punto de salida de la propia planta que se ha adaptado a la reducción de superficie ocupada. Adicionalmente, se adapta el trazado de la línea de evacuación para no ocupar de forma permanente el terreno propiedad de Calizas Campo Real.

Se incluye a continuación un cuadro resumen comparativo con las características del proyecto anterior y del proyecto ajustado según requerimientos.

Habilitación Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI
Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459




PROYECTO INICIAL		ANEXO MODIFICATORIO	
Equipos utilizados			
INVERSOR SUNNY CENTRAL 2500-EV SMA MV POWER STATION 2500 (tipo 1) SMA MV POWER STATION 5000 (tipo 2) CANADIAN SOLAR CS3W - 450 MS PVH-MONOLITE 3H (3 STRINGS)		INVERSOR SUNNY CENTRAL 2500-EV SMA MV POWER STATION 2500 (tipo 1) SMA MV POWER STATION 5000 (tipo 2) CANADIAN SOLAR CS3W - 450 MS PVH-MONOLITE 3H (3-2-1 STRINGS)	
Datos principales de la instalación			
Potencia pico	134.720.000 Wp	Potencia pico	125.946.900 Wp
Potencia instalada	112.500.000 Wins	Potencia instalada	112.500.000 Wins
Potencia nominal	103.650.000 Wn	Potencia nominal	103.650.000 Wn
Cantidad de trackers y módulos			
Tamaño string	27 módulos	Tamaño string	27 módulos
Número de trackers	3.696 Uds.	Número de trackers de 3 strings	2.726 Uds.
		Número de trackers de 2 strings	716 Uds.
		Número de trackers de 1 strings	756 Uds.
Número de módulos	299.376 Uds.	Número de módulos	279.882 Uds.
Cantidad de inversers y trafos			
Potencia inversor (35°C)	2.500 kVA	Potencia inversor (35°C)	2.500 kVA
Cantidad inversores	45 Uds.	Cantidad inversores	45 Uds.
Potencia total inversores	112.500 kVA	Potencia total inversores	112.500 kVA
Potencia PS tipo 1 (35°C)	2.500 kVA	Potencia PS tipo 1 (35°C)	2.500 kVA
Cantidad PS tipo 1	3 Uds.	Cantidad PS tipo 1	1 Uds.
Potencia total PS tipo 1	7.500 kVA	Potencia total PS tipo 1	2.500 kVA
Potencia PS tipo 2 (35°C)	5.000 kVA	Potencia PS tipo 2 (35°C)	5.000 kVA
Cantidad PS tipo 2	21 Uds.	Cantidad PS tipo 2	22 Uds.
Potencia total PS tipo 2	105.000 kVA	Potencia total PS tipo 2	110.000 kVA
Potencia total PS	112.500 kVA	Potencia total PS	112.500 kVA
Datos técnicos			
Longitud de panel	2,108 m.	Longitud de panel	2,108 m
GCR	49,02%	GCR	49,02%
Pitch	6,65 m.	Pitch	6,65 m
Número de PS	24 Uds.	Número de PS	23 Uds.
Número de inversores	45 Uds.	Número de inversores	45 Uds.
Número de recintos	8	Número de recintos	
Longitud zanja MT evacuación	6.197 m	Longitud zanja LMT evacuación	6.895,53 m
Longitud inicial de vallado	27.348 m	Longitud final de vallado	18.912,71 m
Superficie inicial	2.493.757,8 m²	Superficie final	1.936.203,6 m²

Profesional
 25/04/2022
 VISADO: 220459
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

Por último, El presupuesto ha sufrido modificaciones debido a los cambios en la implantación, se señalan a continuación (Ver ANEXO II: PRESUPUESTO):

	PROYECTO INICIAL	ANEXO MODIFICATORIO
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	54.202.951,24 €	51.075.121,90 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	78.039.615,92 €	72.925.059,04 €

En el anexo también se podrán ver las partidas que han sufrido modificaciones con respecto a PTA inicial.



Habilitación Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI Profesional	
25/04 2022	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 220459	





Se expone a continuación la actualización de la relación de parcelas afectadas debido a la instalación de la planta fotovoltaica y por las líneas de media tensión de evacuación fuera de vallado.

En las zanjas exteriores al vallado se mantiene para el cálculo la servidumbre 3 metros de anchura en la servidumbre de paso y 8 metros de anchura para la ocupación temporal. Las parcelas contempladas en la RBDA del proyecto original, que dejan de estar afectadas en esta adaptación se reflejan tachadas. La superficie total de ocupación permanente se reduce de 249,37 hectáreas a 193,62 hectáreas.

Habilitación
Profesional
Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459

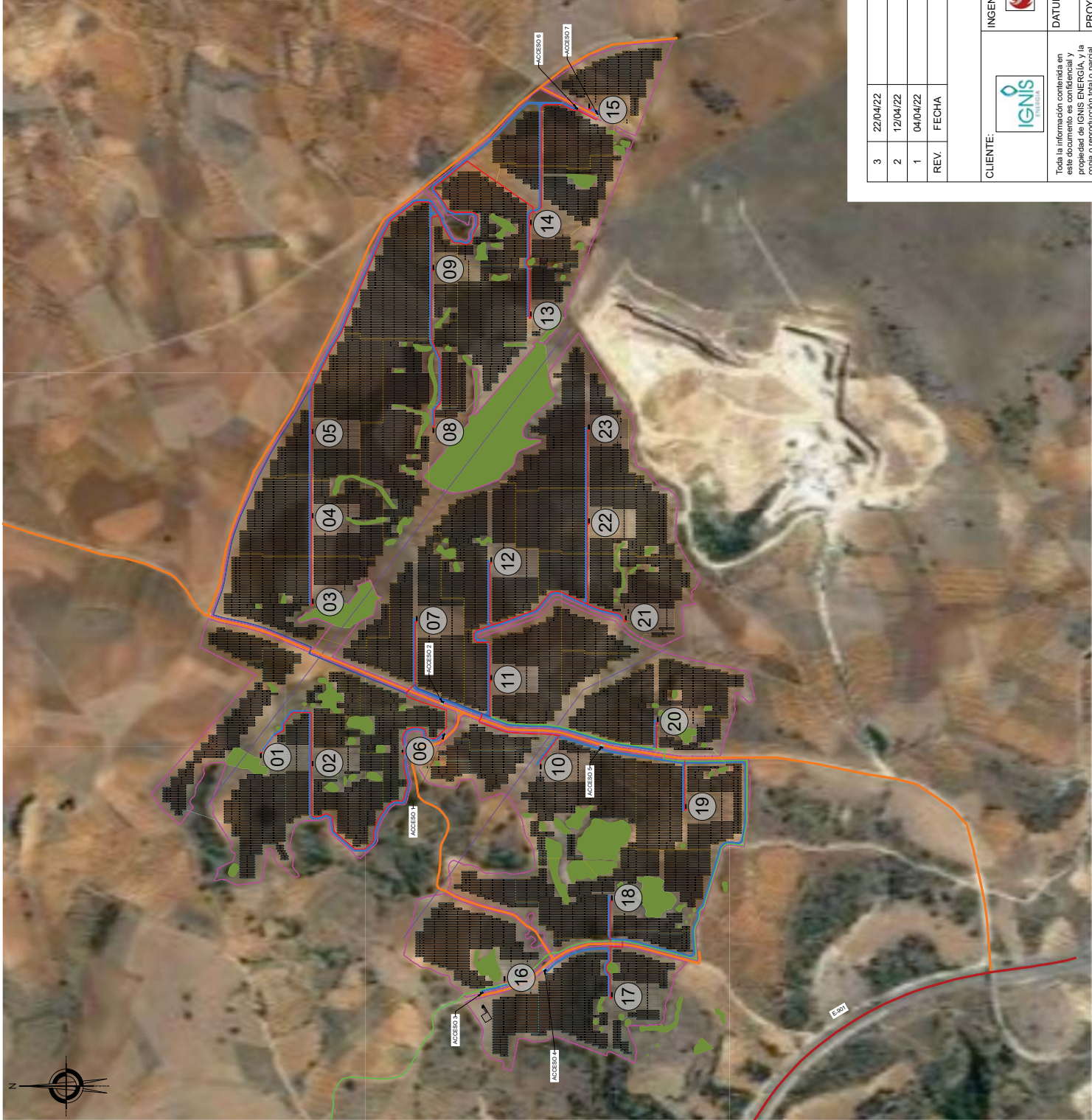

9.1 IMPLANTACIÓN GENERAL9.2 COMPARATIVA VALLADOS9.3 DETALLE EVACUACIÓN

Habilitación Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI
Profesional

25/04
2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 220459






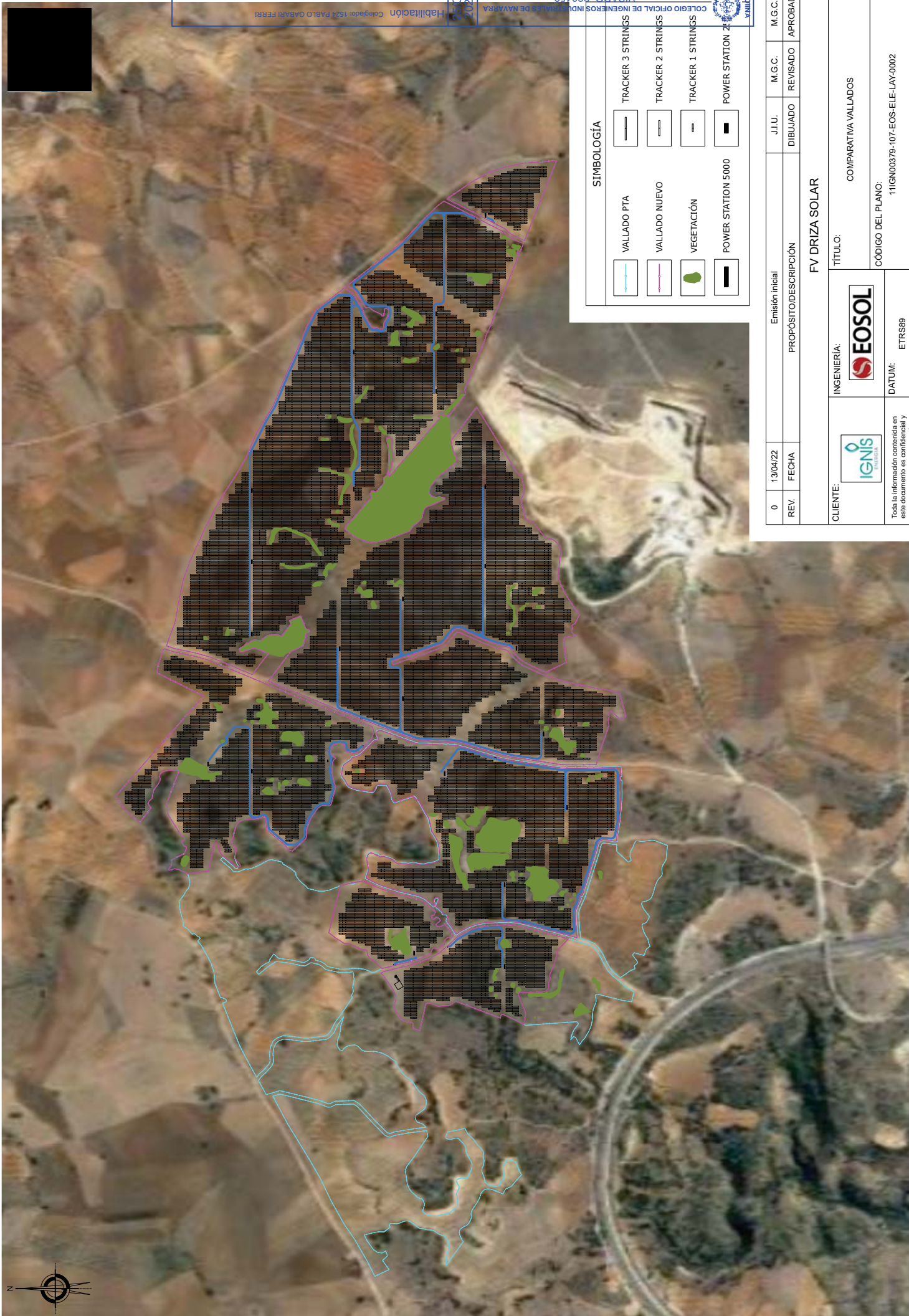


CARACTERÍSTICAS	
MODELO ESTRUCTURA	PVH-MONOLITE
Nº DE ESTRUCTURAS	272
PITCH (m)	
MODELO MÓDULO	CANADIAN SOLAR CS3W
POTENCIA MÓDULO (Wp)	450
Nº DE MÓDULOS	279.882
Nº DE MÓDULOS POR STRING	27
MODELO INVERSOR	SMA SUNNY CENTRAL 2500-EV/5000-EV
POTENCIA INVERSOR (kW)	2500 / 5000
Nº DE INVERSORES	45
MODELO POWER STATION	SMA MV POWER STATION 2500 / 5000
POTENCIA POWER STATION (W)	2500 / 5000
Nº POWER STATION	23
POTENCIA PICO (Wp)	125.946.900
POTENCIA NOMINAL INVERSORES (Wn)	112.500.000
SOBREDIMENSIONAMIENTO	1.12



SIMBOLOGÍA

	VALLADO		TRACKER 3 STRINGS
	LÍNEA ELÉCTRICA		TRACKER 2 STRINGS
	VEGETACIÓN		TRACKER 1 STRING
	CAMINO DE ACCESO		CAMINOS INTERNOS
	CAMINO EXISTENTE		CARRETERA
	BLOQUE 461 STRINGS		BLOQUE 460 STRINGS
	BLOQUE 230 STRINGS		POWER STATION 2500
	POWER STATION 5000		ZANJA 3-5-6 TERNAS
	ZANJA 1-2-4 TERNAS		SET RECECHO
	ZANJA 7-8 TERNAS		

3	22/04/22	Modificaciones zanja evacuación	J.I.U.	M.G.C.		M.G.C.
2	12/04/22	Modificaciones generales	J.I.U.	M.G.C.		
1	04/04/22	Modificaciones generales	J.I.U.	M.G.C.		
REV.	FECHA	PROPOSITO/DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	
FV DRIZA SOLAR						
CLIENTE:		INGENIERÍA:		TÍTULO:		
				IMPLANTACIÓN GENERAL		
DATUM: ETRS89				CÓDIGO DEL PLANO:		
PROYECCIÓN: 30N U.T.M.				11IGN00379-107-EOS-ELE-LAY-0001		
Toda la información contenida en este documento es confidencial y la propiedad de IGNIS ENERGÍA, y la copia o reproducción total o parcial está prohibida sin autorización previa.						
FORMATO: A3			ESCALA: 1/10.000		HOJA: 1	REV.: 3

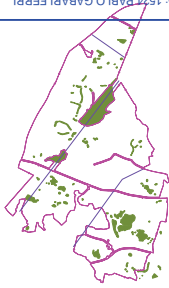


SIMBOLOGÍA	
	VALLADO PTA
	VALLADO NUEVO
	VEGETACIÓN
	POWER STATION 5000
	TRACKER 3 STRINGS
	TRACKER 2 STRINGS
	TRACKER 1 STRINGS
	POWER STATION 2500

0	13/04/22	Emisión inicial		J.I.U.	M.G.C.	M.G.C.
REV.	FECHA	PROPÓSITO/DESCRIPCIÓN		DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
FV DRIZA SOLAR						
CLIENTE:		INGENIERÍA:		TÍTULO:		
				COMPARATIVA VALLADOS		
Toda la información contenida en este documento es confidencial y propiedad de IGNIS ENERGÍA, y la copia o reproducción total o parcial está prohibida sin autorización previa.		DATUM: ETRS89		CÓDIGO DEL PLANO: 11IGN00379-107-EOS-ELE-LAY-0002		
		PROYECCIÓN: U.T.M. 30N		FORMATO: A3	ESCALA: 1/10.000	HOJA: 1
						REV: 0



PLANO GUÍA



Colaborado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI

Habilitación Profesional

25/04/2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 220459

SIMBOLOGÍA

VALLADO	ZANJA 7-8 TERNAS
LÍNEA ELÉCTRICA	SET RECECHO
VEGETACIÓN	

0	22/04/22	Emisión inicial	M.G.C.	M.G.C.	M.G.C.	APROBADO
REV.	FECHA	PROPÓSITO/DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	REVISADO		

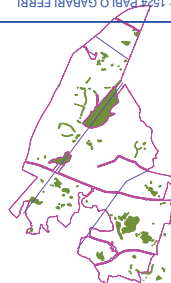
FV DRIZA SOLAR

CLIENTE:	INGENIERÍA:	TÍTULO:
IGNIS	SEOSOL	DETALLE EVACUACIÓN
CÓDIGO DEL PLANO:		
11IGN00379-107-EOS-ELE-LAY-0003		
DATUM:	ETRS89	
PROYECCIÓN:	30N	
FORMATO:	A3	ESCALA:
		1/5.000
HOJA:	2	REV:
		0

Toda la información contenida en este documento es confidencial y propiedad de IGNIS ENERGÍA, y la copia o reproducción total o parcial está prohibida sin autorización previa.



PLANO GUÍA



Colegiado: 1524 PABLO GABARI FERRI

Habilitación Profesional

25/04
2022



INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA	WISADO: 220459
------------------------------------	----------------



COLINA

[illegible]

FV DRIZA SOLAR

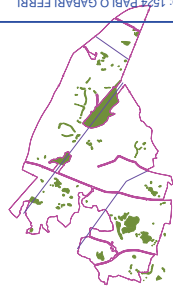
CLIENTE:		INGENIERÍA:		TÍTULO:			DETALLE EVACUACIÓN				
Toda la información contenida en este documento es propiedad de IGNIS ENERGÍA y la copia o reproducción total o parcial está prohibida sin autorización previa.				DATUM:		CÓDIGO DEL PLANO:					
				ETRS89		11IGN00379-107-EOS-ELE-LAY-0003					
				PROYECCIÓN: U.T.M.		30N		FORMATO:	ESCALA:	HOJA:	REV.:
								A3	1/5.000	3	0



PLANO GUÍA



Colegiado: 1524 PABLO GABARÍ FERRI	
Habilitación	Profesional
25/04/2022	
VISADO: 220459	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA	



SIMBOLOGÍA	
	VALLADO
	LÍNEA ELÉCTRICA
	VEGETACIÓN
	ZANJA 7-8 TERNAS
	SET RECECHO

0	22/04/22	Emisión inicial	M.G.C.	M.G.C.	M.G.C.
REV.	FECHA	PROPÓSITO/DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
FV DRIZA SOLAR					
CLIENTE:		TÍTULO: DETALLE EVACUACIÓN			
INGENIERÍA:		CÓDIGO DEL PLANO: 11IGN00379-107-EOS-ELE-LAY-0003			
IGNIS		DATUM: ETRS89			
SEOSOL		PROYECCIÓN: 30N			
Toda la información contenida en este documento es confidencial y la propiedad de IGNIS ENERGÍA, y la copia o reproducción total o parcial está prohibida sin autorización previa.		FORMATO: A3			
ESCALA: 1/5.000		HOJA: 4		REV: 0	

ST RECECHO 220/30kV

PROYECTO de EJECUCIÓN

Evacuación de energía de planta fotovoltaica en SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA ST RECECHO 220/30 kV

SAN4-RE1-IGI-PTA-1001-R1A
LOE4-RE2-IGI-PTA-1001-R1A

Para:

Dirección General de Política Energética y Minas
Secretaría de Estado de Energía
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Promotor:

Mástil Solar S.L. CIF: B-88209242
Ribera del Loira 38, Piso 3
28042 MADRID

Emplazamiento:

T.M. Campo Real
Madrid
Comunidad autónoma de Madrid



IGNIS DESARROLLO, S.L.
CIF B-87973327
C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºdc
28016 Madrid

El Ingeniero Industrial
D. Jorge Juan Nieto Ramos
Colegiado N.º 09227

NIETO RAMOS
JORGE JUAN -
05902174Y

Firmado digitalmente
por NIETO RAMOS JORGE
JUAN - 05902174Y
Fecha: 2021.05.07
19:47:11 +02'00'

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM)

Madrid, abril de 2021

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID	
Nº VISADO 202002308	FECHA DE VISADO 10/05/2021
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A N.º	NOMBRE
9227 COIIM JORGE JUAN NIETO RAMOS	



PROYECTO DE EJECUCIÓN

DOCUMENTO N.º 1.1:

MEMORIA RECECHO I

3. DESCRIPCIÓN

3.1. CRITERIOS DE DISEÑO

3.1.1. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

Altitud	748,62 msnm
Zona a efectos de diseño	B
Temperaturas extremas	+45° / -15°
Velocidad del viento de diseño	140 km/h
Contaminación ambiental	Medio
Nivel de niebla	Bajo

3.1.2. Intensidad de cortocircuito

A efectos de cálculo de esfuerzos de cortocircuito trifásico, se consideran los siguientes valores de intensidad de cortocircuito de diseño:

- Barras de 220 kV: 40 kA, 1 s
- Barras de 30 kV: 25 kA, 1 s

Según el estudio realizado en ST Rececho I las intensidades de cortocircuito son las siguientes:

	220 kV	30 kV
I _{cc} 3Φ (kA)	7,4	14,9
I _{cc} 1Φ (kA)	9,3	4,9

3.1.3. Descripción de la instalación

La subestación será de tipología línea trafo y estará compuesta por:

- UNA posición de línea-transformador de 220 kV de intemperie compuesta de:
 - Tres transformadores de tensión capacitivos
 - Un seccionador tripolar de línea con puesta a tierra
 - Tres transformadores de intensidad
 - Tres interruptores automáticos unipolares
 - Tres autoválvulas con contador de descargas
- UN transformador principal, con las siguientes características:
 - Potencia nominal: 66/88/110 MVA
 - Refrigeración: ONAN/ONAF1/ONAF2
 - Relación de transformación: 220±15% / 30 kV
 - Grupo de conexión: YNd11
- UN embarrado de 30 kV de intemperie incluyendo cada uno:
 - Tres aisladores soporte
 - Tres autoválvulas
 - Una reactancia de puesta a tierra.
- UN conjunto de celdas de 30 kV de aislamiento en SF₆ compuestos cada uno por:
 - Dos cabinas de transformador principal
 - Ocho cabinas de salida de línea
 - Una cabina de salida de línea reserva
 - Una cabina de TSA
 - Seis transformadores de medida de Tensión
- UN sistema de control y protección formado por:
 - Un armario de control y protección de línea (CP-L)
 - Un armario de control y protección de transformador (CP-T)
 - Un armario de control de subestación (UCS)
 - Un SCADA de subestación (SCS)
 - Un armario colector de F.O. de líneas de A.T./M.T.
 - Un armario de control de parque.
 - Un armario de medida fiscal
- Un sistema de servicios auxiliares formado por:

- Un cuadro general de corriente alterna (CGCA)
- Un cuadro general de corriente continua (CGCC)
- Un sistema rectificador redundante con baterías de 125 V c.c.

3.2. OBRA CIVIL

La ejecución de la subestación requiere la realización de los siguientes trabajos de obra civil:

- Movimiento de tierras para la formación de la plataforma sobre la que se construirá la subestación, incluyendo adecuación del terreno, explanaciones y rellenos necesarios hasta dejar a cota de explanación.
- Urbanización del terreno incluyendo viales de acceso y viales interiores, sistema de drenajes y capa de grava superficial.
- Red de puesta a tierra.
- Construcción de un edificio para equipos de control, protección y comunicaciones y los servicios auxiliares de CA y CC; así como las celdas del sistema de 30 kV.
- Cimentaciones para la aparamenta, bancada para el transformador, depósito de recogida de aceite y muro cortafuegos cuando proceda.
- Arquetas y canalizaciones para el paso de cables.
- Cierre perimetral, puerta de acceso y señalización.

3.2.1. Movimiento de Tierras

Se realizará el movimiento de tierras necesario para la formación de una plataforma explanada de $52,6 \times 29 = 1.525 \text{ m}^2$ de superficie que deberá ser totalmente horizontal o en algunos casos, contar con una pendiente del 1% para facilitar la circulación de aguas pluviales superficiales.

El Nivel de terreno explanado (NTE) será determinado en base a la topografía de la parcela y las características del terreno tal que se minimice la retirada de materiales procedentes de la excavación y que los desmontes o terraplenes no tengan una altura superior a 2,5-3 m. La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%, usando talud 2:1 o inferior.

Si al ejecutarse la explanada, las laderas o taludes presentan problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado.

Todas las edificaciones que se requieran deberán separar su línea de fachada de la base o coronación de un desmonte o terraplén una distancia mínima de 3 m.

Las dimensiones de la parcela serán suficientes para permitir el movimiento de los equipos de alta tensión y el transformador, así como la ejecución de las maniobras de operación y mantenimiento, en condiciones de seguridad, de acuerdo con las prescripciones de ITC-RAT-15.

Esta explanada deberá tener capacidad suficiente para el uso previsto sin que se produzcan hundimientos, siendo de categoría E1.

Los rellenos para la formación de la explanada se realizarán por capas de 30 cm máximo de espesor y estarán debidamente compactadas. Se permitirá el uso de los siguientes suelos:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma, de al menos 25 cm de espesor.
- Suelos Adecuados: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

Los suelos clasificados como inadecuados procedentes del desmonte serán depositadas en vertederos autorizados.

Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno.

El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

Para el adecentamiento con grava de la subestación, se tendrá en cuenta que la cota de explanación del terreno corresponde con la cota -0,15 m de la subestación.

3.2.2. Urbanización, viales y sistemas de drenajes

Para un menor impacto visual en la zona se seguirán las indicaciones del Estudio de Impacto Ambiental, en lo que respecta a la Urbanización exterior.

Se deberá proteger la plataforma frente a la escorrentía superficial, evacuando esta hacia zonas más deprimidas. También será necesario proteger las zonas de recepción para evitar la erosión y reducir la velocidad del agua (podrán usarse empedrados o soluciones equivalentes).

Con el fin de facilitar el drenaje y de mejorar las tensiones de paso y contacto, se extenderá una capa de grava de 150 mm de espesor por todo el parque salvo las zonas de viales y aceras. Estas zonas con grava se delimitarán con bordillo perimetral.

La subestación dispondrá de una serie de viales internos para facilitar el acceso a las distintas partes de la misma y poder realizar los correspondientes trabajos de mantenimiento.

La realización de los viales interiores incluye la excavación, cajeado, relleno con capa de material seccionado de 20cm de espesor, compactación de las distintas capas, mallazo y una capa de hormigón en masa de 20 cm de espesor. Así mismo se dotará al vial de una pendiente del 2% hacia los lados del mismo para evitar la acumulación del agua de lluvia en el mismo.

La anchura de los viales será de 5 m.

Asimismo, se diseña a un sistema de drenaje utilizando tubos drenantes de PVC de 120 mm de diámetro nominal que se dispondrán en zanjas enterradas rellenas de grava y en contacto con la capa de grava superficial. Los tubos drenantes conectarán con la tubería de drenaje para hasta el punto de evacuación. En las uniones entre distintas líneas de drenaje se dispondrán arquetas de registro.

El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales o de deshielo procedentes de la plataforma y sus márgenes, mediante cunetas y sus imbornales y sumideros. Se tendrá en cuenta la construcción de terraplenes y desmontes que se hayan podido ejecutar junto con la explanada, de manera que en la superficie de recogida de precipitaciones (dato inicial) se considerará, además de la superficie propia de la plataforma, la superficie correspondiente a la proyección horizontal de los terraplenes.
- La evacuación de las aguas recogidas a través de arquetas y colectores longitudinales, preferentemente y siempre que sea posible a sistemas de alcantarillado. En caso de no ser posible la conducción hasta un sistema de alcantarillado, el vertido se podrá realizar por playa de grava, vertido natural o pozo filtrante.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la instalación, mediante su acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal.

3.2.3. Red de puesta a tierra

La malla de puesta a tierra de la subestación se ha calculado conforme a lo prescrito en la norma ITC-RAT 13, siguiendo el método de cálculo definido en la norma IEEE 80-2000. El detalle del cálculo se encuentra en el capítulo de cálculos.

Se realizará con conductor de cobre desnudo de 120 mm² de sección enterrado a 0,6 m de profundidad. Se instalará un conductor de tierra 1 m por el exterior de la valla perimetral, y otro por el interior de la valla perimetral.

A esta malla se conectarán el cable de cobre y las pantallas de los cables de las líneas subterráneas, las tierras de protección y las tierras de servicio. Con esta

configuración de electrodo se reducen casi completamente las tensiones de paso y contacto, anulándose el peligro de electrocución del personal de la instalación.

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

3.2.4. Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones de cables de MT desde el transformador hasta las celdas se realizarán con tubos corrugados de 120 mm de diámetro enterrados a 1 m de profundidad, instalándose arquetas de registro en la llegada al embarrado de MT, en el acceso al edificio y en los giros a 90°.

Las canalizaciones de los cables de fuerza y control serán de dos tipos:

- Canalizaciones principales realizadas con canales prefabricados de hormigón de 30 cm de anchura, con tapas de hormigón registrables.
- Canalizaciones secundarias con tubos de PVC de 63 mm de diámetro nominal para acceso desde las canalizaciones principales a la aparamenta.

El cruce del vial se realizará mediante un paso hormigonado tanto en el caso de cables de MT como de fuerza y control.

3.2.5. Cimentaciones y bancadas

Para soporte y sujeción de los elementos instalados en la subestación, se dispondrá de cimentaciones adecuadas a tal efecto. Las cimentaciones a construir son las de los pórticos de líneas, soportes para los embarrados principales y secundarios, y soportes para el aparellaje de la instalación.

En función de las estructuras a cimentar y las características del terreno se podrá optar por las siguientes soluciones:

- Fundaciones de hormigón en masa.
- Fundaciones de hormigón armado

Las cimentaciones de las estructuras metálicas se realizarán mediante dados de hormigón en masa de 250 kg/cm² de resistencia a la compresión. Se dejarán previstos los pernos de anclaje, plantillas y tubos de PVC necesarios para el paso de cables.

Las cimentaciones a realizar tendrán canalizaciones de tubo de PVC que permitan el paso de los latiguillos de tierra hacia las estructuras metálicas, y de

ahí a los equipos, así como de tubo independiente del anterior para el paso de cables aislados de alimentación y control.

Las bancadas serán de hormigón armado y se construirán sobre una base de hormigón de limpieza.

El hormigón a emplear será fabricado en central y transportado a obra en camión hormigonera. Tendrá un tamaño de árido máximo de 25-30 mm.

3.2.5.1. Bancada para Transformador

Las bancadas de los transformadores de potencia estarán formadas por una losa soporte, un foso de recogida de aceite y arquetas para paso de cables y conexión. Las dimensiones en planta de la bancada serán tales que cualquier elemento en proyección de la máquina esté situado en el interior de la misma, con un margen mínimo de 20 centímetros al borde.

Básicamente la bancada estará constituida por una losa sobre la que se embeberán vías de rodadura tipo RENFE para el apoyo del transformador de parque en caso de ser necesario, un cubeto comunicado mediante un tubo de fibrocemento enterrado en zanja a la profundidad necesaria y con una pendiente mínima del 2% para la eventual evacuación del aceite del transformador al depósito de recogida y arquetas para paso de cables y conexión.

Los materiales a emplear en el diseño y construcción de las bancadas serán los siguientes:

- Hormigón HA-35/P/20/IIa. - Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5
- Acero B500S - Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15

3.2.6. Depósito de Recogida de Aceite

Para asegurar la contención del aceite de los transformadores de potencia y evitar su vertido al terreno, alcantarillado o cauces públicos, la bancada de cada transformador recogerá el vertido del aceite. Todas las bancadas estarán conectadas con tubo enterrado (no por zanja abierta) con un depósito subterráneo de recogida de aceite.

El que tanto el depósito como las canalizaciones sean subterráneas evita que el aceite continúe ardiendo en el caso de que se haya incendiado durante la fuga.

El depósito de aceite subterráneo se construirá en hormigón armado y tendrá un volumen de entre un 30-50 % superior al volumen total de aceite del transformador de mayor tamaño de la instalación.

Dado que los transformadores están a la intemperie, su bancada recogerá el aceite en caso de fuga y el agua de la lluvia. El diseño del depósito (ver plano

SAN4-RE1-IGI-PLN-1014) y la menor densidad del aceite respecto al agua hace que el aceite que entre en el depósito desplace el agua que pueda tener el depósito, de forma que todo el sistema opera por gravedad, sin necesidad de elementos activos (sensores de nivel, bombas, ...) que puedan fallar.

Tal como se indica en el plano se fabricará en hormigón armado HA-25/P/20/IIa con acero corrugado Acero B400S ($f_y > 400$ N/mm²) atado con alambre recocido

Para conseguir la estanqueidad requerida se sellarán las juntas de construcción mediante perfiles elastómeros extruidos (juntas horizontales) y cintas flexibles de cloruro de polivinilo (juntas verticales). Como actuación adicional se revestirá toda la superficie con un tratamiento impermeabilizante a base de pinturas resinas especiales.

Estará dotado de una arqueta superior con escalera de pates para su acceso interior.

3.2.7. Edificio de control y celdas de 30 kV

Se construirá un edificio de control de acuerdo con los planos de planta y alzado adjuntos del presente proyecto.

Las salas previstas son las siguientes:

- Sala eléctrica: Incluye las cabinas de M.T. de los parques fotovoltaicos.
- Sala de control: Incluye los armarios de medida, control y protecciones de A.T., el armario de medida fiscal, un armario de control de parque, los cuadros de servicios auxiliares de CA y de CC, el sistema de rectificación de baterías con las baterías y una posición de trabajo para el Scada de subestación

El edificio se construirá enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores (muros exteriores, solera y cubierta) y los estructurales (vigas, pilares) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación y los materiales constructivos del revestimiento exterior (paramentos, pavimentos y techo) también deben ser acordes con esta normativa.

El edificio se proyecta con estructura de zapatas, muros, vigas y pilares de hormigón armado. Los cerramientos exteriores se realizan con bloques de hormigón y la pintura será al plástico liso en paredes y techos.

El acabado de la solera se realiza con una capa de mortero de cemento de composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión. Tendrá una ligera pendiente hacia un punto de recogida de líquidos. En la realización del suelo se deberá tener en cuenta la colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, malla de tierra, empotramiento de herrajes, etc.

Las salas de celdas de 30 kV tendrán el suelo elevado para permitir el acceso de los cables de 30 kV desde las zanjas.

La sala de control estará equipada con suelo técnico desmontable para facilitar la llegada de los cables de control del parque de intemperie y la interconexión de los equipos.

Las puertas exteriores del edificio se ejecutarán con perfilería metálica en acero galvanizado y al igual que las ventanas, tendrán resistencia al fuego RF-90 y demás características de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación. Las puertas abrirán hacia el exterior.

Exteriormente el Edificio irá rematado con una acera perimetral terminada con baldosa hidráulica y de una anchura variable entre 1 y 1,3 m.

Los huecos de ventilación tendrán un sistema de rejillas que impidan la entrada de agua y en su caso tendrán una tela metálica que impida la entrada de insectos.

Las entradas de cables a los distintos cuadros y celdas y al exterior del edificio se terminarán con espuma a fin de evitar la entrada de animales.

El edificio estará construido de forma que su interior presente una superficie equipotencial. En la zanja de cimentación, bajo el perímetro del edificio se instalará un anillo cerrado de conductor de cobre de 120 mm². Este anillo se unirá eléctricamente a la red de tierra. A profundidad máxima de 10 cm se instalará un mallazo de redondo mínimo 8 mm y retícula 300 x 300 mm que se unirá a la red de tierra por el mismo procedimiento. En caso de que existan armaduras metálicas en los paramentos, éstas se unirán a la estructura metálica del piso.

El local contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, incluyendo sistemas de alarma contra incendios y antiintrusismo.

3.2.8. Cierre Perimetral, puerta de acceso y señalización

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la instalación, situado a una adecuada distancia de los taludes de desmonte y de la plataforma en la zona de terraplén.

El cerramiento exterior estará formado por malla metálica de 2,30 m de altura, soportada por postes metálicos galvanizados fijados sobre cimentación de apoyo de hormigón de 0,3 m de altura.

Para el acceso exterior se instalará una puerta de acceso de vehículos motorizada de 6 m de anchura con una puerta peatonal anexa de 1m.

Las funciones principales de este vallado serán las siguientes:

- Evitar que personas ajenas a la subestación lleguen a estar próximas a elementos en tensión, protegiendo su integridad física.
- Proteger las instalaciones de posibles daños intencionados.
- Evitar posibles robos en las instalaciones y en el edificio de celdas control.

La totalidad de los accesos a la subestación, edificio principal y anexos estarán dotados de la señalización reglamentaria para instalaciones de Alta Tensión, compuesta por pictogramas que adviertan del peligro de la instalación.

3.2.9. Estructura metálica

Se instalará la siguiente estructura metálica:

- UN (1) pórtico de llegada de línea aérea de 220 kV de las siguientes dimensiones:

Altura de fases:	15,50 m
Altura de cable de tierra:	19 m
Vano del pórtico:	13,50 m

- Estructura soporte de los siguientes elementos de 220 kV
 - TRES (3) transformadores de tensión capacitivos
 - UN (1) seccionador trifásico con puesta a tierra
 - TRES (3) transformadores de intensidad
 - TRES (3) interruptores automáticos unipolares
 - TRES (3) auto válvulas
- UNA (1) estructura soporte de equipos de 30 kV, cada una compuesta por:
 - Soporte del embarrado de salida de transformador principal
 - UNA (1) Reactancia de puesta a tierra
 - TRES (3) autoválvulas
- Estructura soporte de otros elementos:
 - DOS (2) proyectores de alumbrado por báculo
 - Báculos de alumbrado exterior

Toda la estructura metálica se fabricará con perfiles normalizados de alma llena protegidos contra la corrosión mediante galvanizado en caliente. El acero será procedente de laminación y se ajustará a las características correspondientes de la calidad soldable tipo S 275 JR (EN 10027-1), equivalente al A44b o calidad semejante.

Estas estructuras de soporte estarán formadas por perfiles en U (UPN), o con piezas angulares empresilladas tipo celosía, con objeto de conseguir sencillez y economía.

El coeficiente de mayoración de cargas se adoptará para los estados de carga definitivos y la seguridad de las estructuras irá referida al límite de fluencia del material en las peores condiciones de funcionamiento y de sobrecarga no debiendo ser inferior a dos.

Las dimensiones de las estructuras son tales que las bornas de los distintos equipos y los conductores se encuentran a la distancia exigida por los reglamentos vigentes, y la base de los aisladores a más de 230 cm del nivel del suelo.

El tratamiento final de todas las estructuras que componen el parque de intemperie será galvanizado en caliente por inmersión, con un espesor mínimo resultante de 80 micras. Las piezas que componen la estructura deben salir de los talleres totalmente mecanizadas y taladradas para proceder a su galvanizado totalmente construidas.

La tornillería de unión de las estructuras será de acero galvanizado con objeto de evitar la corrosión. La tornillería de fijación de la aparamenta a sus respectivos soportes será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. Será de medidas métricas según DIN 933, con arandelas según DIN 7980 y la calidad de esta tornillería será A2 de 800 N/mm² de límite elástico, según norma UNE EN ISO 3506-1:2010.

Las estructuras irán atornilladas a los pernos que se colocarán en sus cimentaciones correspondientes mediante las plantillas suministradas por el proveedor de las estructuras.

La tornillería y demás piezas de pequeño tamaño estarán realizadas en acero inoxidable.

Los materiales de soldeo (varillas, electrodos) serán utilizados teniendo en cuenta las recomendaciones particulares del fabricante.

Antes de iniciar la fabricación, el fabricante de las estructuras realizará cuantas pruebas sean necesarias para la correcta cualificación de los distintos métodos de soldeo manual, automático o combinación de estos, a tope o en ángulo, tanto de procedimientos de soldeo como en homologación de los soldadores que deban intervenir en la misma (según norma UNE o ASME IX).

El trazado y taladrado de agujeros deberá permitir el montaje de los diferentes elementos sin forzarlos.

Las dimensiones de los taladros serán:

- Para tornillo de M12, taladro de 14 mm de diámetro

- Para tornillo de M16, taladro de 18 mm de diámetro
- Para tornillo de M18, taladro de 20 mm de diámetro
- Para tornillo de M20, taladro de 23 mm de diámetro

La tolerancia en todos los casos será de +0,4 mm sobre el material en negro.

Todas las estructuras irán atornilladas a los pernos que se encuentran ya embebidos en las fundaciones correspondientes.

El montaje se realizará de forma que ningún elemento quede sometido a esfuerzos mayores que aquellos para los que ha sido calculado.

3.3. APARAMENTA DE 220 kV

Se incluyen los equipos indicados a continuación, todos ellos con las siguientes características comunes:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-1:2009 UNE-EN 62271-1/A1:2011
Instalación	Exterior
Aisladores	Porcelana marrón
Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión primaria de aislamiento	245 kV
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min:	460 kV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 μ s):	1050 kV
Línea de fugas	25 mm/kV

3.3.1. Interruptores automáticos

TRES (3) interruptores automáticos unipolares, con las siguientes características:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-100:2011 UNE-EN 62271-104:2010
Método de extinción del arco	SF ₆
Corriente asignada	2500 A
Poder de corte nominal (valor eficaz)	40 KA
Poder de corte nominal (valor de cresta)	100 KA
Ciclo de operación	A-0,3s-CA-1min-CA
Tiempo de corte máximo	60 ms
Protección del cuadro de mando	IP 55
Mando	Eléctrico unipolar
Número de bobinas de apertura máxima tensión	2
Número de bobinas de apertura mínima tensión	0
Número de bobinas de cierre máxima tensión	1
Tensión de las bobinas	125 V d.c.
Tensión del motor de carga de muelles	125 V d.c.
Resistencia de caldeo	220 V c.a.
Dispositivo antibombeo	SI
Nivel de aislamiento de circuitos de control	600 V
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min	2 kV
Sección mínima de cableado de control	1,5 mm ²

3.3.2. Seccionadores

UN (1) seccionador trifásico con puesta a tierra en uno de los extremos, enclavado mecánicamente con el seccionador de línea, con las características especificadas a continuación:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-102:2005 UNE-EN 62271-104:2010
Tipo constructivo	3 columnas
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad máxima de corta duración (1s)	40 KA
Intensidad máxima (valor de cresta)	100 KA
Protección del cuadro de mando	IP 55
Mando seccionador de línea	Eléctrico
Mando seccionador de puesta a tierra	Eléctrico
Tensión del motor	125 V d.c.
Resistencia de caldeo	220 V c.a.
Nivel de aislamiento de circuitos de control	600 V
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min	2 kV
Sección mínima de cableado de control	1,5 mm ²

3.3.3. Transformadores de intensidad

TRES (3) transformadores de intensidad, con las características especificadas a continuación:

Relación de transformación en los TI, L/GRILLETE	300- <u>600</u> /5-5-5-5 A
Secundario 1	Potencia: 20 VA
	Precisión: Cl. 0,5
Secundario 2	Potencia: 50 VA
	Precisión: 5P20
Secundario 3	Potencia: 50 VA
	Precisión: 5P20
Secundario 4	Potencia: 50 VA
	Precisión: 5P20

Normativa aplicable	UNE-EN 61869-1:2010 UNE-EN 61869-2:2013
Intensidad límite térmica	40 KA
Intensidad límite dinámica	100 KA

El cableado de los circuitos de medida tendrá los siguientes requerimientos

- Nivel de aislamiento de circuitos de medida 0,6/1 kV

- Sección mínima del cableado de los secundarios 6 mm²

3.3.4. Transformadores de tensión capacitivos

TRES (3) transformadores de tensión capacitivos, con las características especificadas a continuación:

Relación de transformación en los TT	220:√3 kV / 110:√3-110:√3 V
Secundario 1	Potencia: 50 VA
	Precisión: Cl. 0,5-3P
	Conexión: estrella
Secundario 2	Potencia: 50 VA
	Precisión: Cl. 3P
	Conexión: estrella

Normativa aplicable UNE-EN 61869-1:2010
UNE-EN 61869-5:2012

El cableado de los circuitos de medida tendrá los siguientes requerimientos

- Nivel de aislamiento de circuitos de medida 0,6/1 kV
- Sección mínima del cableado de los secundarios 6 mm²

En cada juego se instalará una caja de formación de tensiones de protección, donde por cada secundario se instalarán tres salidas protegidas por interruptor magnetotérmico.

3.3.5. Autoválvulas

TRES (3) autoválvulas, equipadas cada una con un contador de descargas con miliamperímetro, con las características especificadas a continuación.

Normativa aplicable	UNE-EN 60099-4:2005
Tipo de neutro	Rígido a tierra
Tensión nominal (Ur)	192 kV
Tensión de operación continua (Uc):	154 kV
Tensión de operación temporal (10 s):	211 kV
Tiempo sobretensión temporal	10 s
Tensión residual 8/20 μs (10 KA)	452 Kv

3.3.6. Conexiones

El tendido de interconexión entre aparatos de 220 kV se realizará con conductor flexible de aluminio-acero tipo 485-AL1-63-ST1A (antiguo LA-545/Cardinal) con las siguientes características:

Sección total	547,3 mm ²
Diámetro de alma / exterior	10,1/ 30,4 mm
Peso propio unitario	1,831 kg/m
Carga de rotura del material	148,50 kN
Módulo de elasticidad (E)	69.000 N/mm ²
Resistencia eléctrica a 20°C	0,0596 Ω/km
Coefficiente de dilatación lineal (σ)	0,0193 mm/m°C
Intensidad máxima	890 A.

En los tramos correspondientes a los tendidos de interconexión de aparatos, se instalan aisladores C10-1050, de las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	10.000 N
Carga de rotura a torsión	4.000 Nm
Altura del aislador	2.300 mm
Altura de la pieza soporte	175 mm
Línea de fuga	6.125 mm

3.4. TRANSFORMADOR DE PARQUE

UN (1) transformador trifásico con las siguientes características:

3.4.1. Características

Las características constructivas del transformador son las siguientes:

Norma aplicable	UNE-EN 60076-1:2013
	UNE-EN 60076-2:2013
	UNE-EN 60076-3:2014
	UNE-EN 60076-5:2008
Servicio	Continuo
Aislamiento	Aceite mineral
Potencia Nominal	66/88/110 MVA
Refrigeración	ONAN/ONAF1/ONAF2
Tensión de Servicio:	
Primario	220 kV
Secundario	30 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Grupo de conexión	YNd11
Altitud (msnm)	< 1000 m
Instalación	Intemperie
Temperatura máxima de operación	40° C
Clase de protección contra corrosión	C4
Color	RAL 7030
	Tensión primaria de aislamiento
Primario	245 kV
Neutro del primario	72,5 kV
Secundario	36 kV
	Tensión de ensayo 50 Hz 1min
Primario	460 kV
Neutro del primario	140 kV
Secundario	70 kV
	Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 ms)
Primario	1.050 kV
Neutro del primario	325 kV
Secundario	170 kV

Núcleo: Chapa de acero al silicio de grano orientado aislada con esmalte por cada cara. La forma constructiva del núcleo será de 3 columnas.

Devanados: Los devanados de alta y de baja estarán realizados en cobre.

3.4.2. Condiciones de operación

Los transformadores deberán suministrar su potencia nominal, para una tensión en bornas de Alta Tensión entre el 95 % y el 105 % de la tensión nominal, con un factor de potencia en la red de 0,9 o más alto, sin que se sobrepasen los siguientes valores de calentamiento:

Capa superior del aceite	60° C
Cobre, valor medio	60° C
Cobre, punto más caliente	78° C

Los transformadores deberán ser capaces de funcionar continuamente a plena carga con una sobreexcitación del 10%.

Los transformadores deberán estar diseñados para soportar sin daño, en cualquiera de las tomas, las solicitaciones mecánicas y térmicas producidas por un cortocircuito trifásico en bornas de BT durante al menos 2 s.

3.4.3. Accesorios

3.4.3.1. Cuba

La cuba del transformador deberá soportar, sin sufrir deformaciones permanentes, una presión 25% mayor que la presión máxima de trabajo resultante del sistema de preservación de aceite utilizado, así como soportar el vacío absoluto en su interior para el llenado de aceite.

La unión entre la parte superior e inferior de la cuba del transformador será atornillada.

El transformador dispondrá de los registros necesarios para montaje y conexión de las bornas y acoplamiento del mando del conmutador de tomas de vacío.

Las bridas para bornas, tapas, registros y demás accesorios atornillados deberán diseñarse de forma que la junta de estanqueidad no quede expuesta a la intemperie, e irán provistas de superficies de asiento que impidan el aplastamiento de dicha junta.

La cuba del transformador debe incorporar los siguientes elementos:

- Válvula de sobrepresión
- Placas de puesta a tierra
- Placa de características
- Válvulas de aceite de la cuba
- Juego completo de juntas

3.4.3.2. Aceite dieléctrico

Se suministrará un llenado completo de aceite dieléctrico en obra. El aceite será mineral, sin aditivos y de acuerdo con la norma CEI 60296.

3.4.3.3. Elementos de traslación, suspensión y elevación

El transformador deberá estar provisto de los siguientes elementos:

- Ganchos de arrastre en ambas direcciones y sentidos de traslación.
- Ganchos para suspensión del transformador completo.
- Cáncamos para suspensión de la parte superior de la cuba.
- Apoyos para elevación por gatos hidráulicos.
- Accesorios para transporte por carretera.

3.4.3.4. Bornas

Se suministrarán 3 bornas de A.T., 1 de neutro de A.T. y 3 de M.T. Las bornas de A.T. serán de tipo condensador. Las de M.T. serán de porcelana esmaltada.

Las bornas deberán tener una intensidad nominal un 20% superior que la de su devanado y deberán ser capaces de soportar la sobrecarga e intensidad de cortocircuito especificada para el transformador.

Las bornas estarán de acuerdo con el nivel de aislamiento especificado para cada arrollamiento. La longitud específica de la línea de fuga de las bornas no deberá ser inferior a 25 mm/ kV.

El diseño de las bornas y del transformador deberá permitir la instalación y sustitución de las mismas sin que esto requiera reducir el nivel de aceite de la cuba por debajo del nivel de los arrollamientos.

Se deberán incluir los elementos de fijación necesarios para la bajada desde la borna de neutro hasta una grapa de puesta a tierra.

3.4.3.5. Equipo de conservación de aceite

El transformador deberá estar provisto de un sistema de conservación del aceite sellado de la atmósfera compuesto por:

- Depósito de expansión
- Deshidratador de aire
- Indicador de nivel de aceite con contactos de alarma por alto y bajo nivel
- Relé Buchholz con contactos de alarma y disparo

3.4.3.6. Conmutador de tomas en carga

Se proveerá un conmutador de tomas en carga tipo Jansen en el arrollamiento de alta tensión con un margen de variación de las tomas mínimo entre +15% y -15% distribuido en tomas del 1,5%. Todas las tomas estarán previstas para la potencia nominal del transformador. El conmutador de tomas deberá disponer de su propio relé de sobrepresión.

Se suministrará el motor actuador del conmutador de tomas completamente montado en un armario de control local con su correspondiente interruptor automático, térmico y contactor. El actuador se podrá maniobrar localmente mediante pulsadores o remotamente desde sala de control, para lo que incluirá un selector local-remoto.

Se proveerá una indicación local y remota de posición de toma, actuador en marcha y actuador en defecto.

El sistema permitirá el control local manual de la posición del conmutador mediante manivela. El actuador irá provisto de un indicador mecánico de posición de aguja o similar.

3.4.3.7. Instrumentos de medida de temperatura

El transformador estará provisto de los siguientes instrumentos:

- Un termómetro de temperatura del aceite de la capa superior y aguja indicadora de temperatura máxima. Dispondrá de cuatro contactos independientes ajustables para control de los ventiladores, alarma y disparo, normalmente abiertos.
- Dos detectores de temperatura de la capa superior de aceite tipo Pt 100.
- Dispondrá de imagen térmica que represente la temperatura del punto caliente del transformador.

3.4.3.8. Equipo de refrigeración

El sistema de refrigeración se basará en radiadores de aceite adosados a la cuba del transformador, divididos en dos grupos uno a cada lado de la cuba.

El sistema de refrigeración será ONAN/ONAF. Se incluirá el número de ventiladores necesario y el cuadro de control necesario, situado junto al transformador.

Los radiadores deberán poder ser desmontados sin que se produzcan pérdidas del aceite de la cuba, disponiendo para ello de las correspondientes válvulas, y deberán estar provistos de tapones de purga y vaciado, así como de cáncamos de suspensión.

Los radiadores deberán estar diseñados para soportar las mismas condiciones de presión y vacío especificadas para la cuba.

3.4.3.9. Transformadores de intensidad

El transformador llevará montado en el neutro de alta tensión un transformador de intensidad tipo bushing. de relación 150/ 5A, 20VA 5P20.

3.4.3.10. Armario de centralización de bornas

El transformador estará provisto de un armario que incluya la centralización de bornas de los aparatos de supervisión y el control de los ventiladores, anexo a la cuba del transformador.

El armario irá alimentado con tensión de 400 V 50 Hz, tendrá un grado de protección IP 55, y estará provisto de resistencias de caldeo controladas por un termostato de ambiente, toma auxiliar de fuerza y alumbrado interior.

3.5. APARAMENTA DE 30 kV

3.5.1. Embarrado rígido

Se instalará UN (1) embarrado rígido por cada devanado (1) de salida del transformador principal con las siguientes características:

Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	30 kV
Tensión primaria de aislamiento	36 kV
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min:	70 kV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 μ s):	170 kV
Intensidad nominal:	2117 A
Intensidad de cortocircuito (1s)	25 kA

El embarrado se realizará con tubo de las siguientes características:

Aleación	E-AlMgSi0,5, F22
Diámetro exterior (D) interior (d)	120/ 104 mm
Intensidad admisible (85°C)	3.671 A.

Al embarrado se conectarán los siguientes equipos:

3.5.2. Autoválvulas

TRES (3) autoválvulas de 36 kV con las características especificadas a continuación.

Normativa aplicable	UNE-EN 60099-4:2005
Instalación	Exterior
Tipo de neutro	Aislado
Tensión nominal (Ur)	36 kV
Tensión de operación continua (Uc):	28,8 kV
Tensión de operación temporal (10s):	38,9 kV
Tensión residual 8/20 μ s (10 KA)	86,4 kV
Corriente de descarga asignada	10 KA

3.5.3. Reactancia de puesta a tierra

UNA (1) reactancia de puesta a tierra en zig-zag con las siguientes características:

3.5.3.1. Características

Normativa aplicable	UNE-EN 50464-1:2010
Núcleo	Chapa de acero al silicio de grano orientado
Devanados	Cobre
Aislamiento	Aceite mineral
Instalación	Intemperie
Refrigeración	ONAN
Frecuencia nominal	50 Hz
Grupo de conexión	Zo
Intensidad de defecto a tierra	500 A
Servicio	30 segundos
Protección contra corrosión	C4
Color	RAL 7030

3.5.3.2. Accesorios

La reactancia se suministrará equipada con los siguientes elementos:

Bornas:

Las bornas serán de porcelana esmaltada fabricadas en una sola pieza y estarán montadas sobre la tapa superior del transformador.

Cuba:

La cuba será hermética sin conservador. En caso necesario estará provista de aletas de refrigeración. La unión entre la parte superior e inferior de la cuba del transformador será atornillada.

Todas las superficies metálicas irán protegidas contra la corrosión y pintadas de acuerdo con el estándar del fabricante.

Las bridas para bornas, tapas, registros y demás accesorios atornillados estarán diseñados de forma que la junta de estanqueidad no quede expuesta a la intemperie, e irán provistas de superficies de asiento que impidan el aplastamiento de dicha junta.

La cuba incorporará los siguientes elementos:

- Tomas de puesta a tierra
- Placa de características
- Tubo de llenado de aceite
- Tapón de vaciado de aceite
- Aceite dieléctrico de acuerdo con CEI 296

Relé de protección:

La reactancia estará provista de un equipo integrado de protección de transformadores herméticos.

Transformadores de intensidad:

La reactancia estará provista de transformador de intensidad tipo bushing en las fases y en el neutro. Las características del transformador son las siguientes:

- Relación: 300 / 5 A
- Potencia: 20 VA
- Clase: 5P20

Elementos de traslación y elevación

Los equipos estarán provistos de los siguientes elementos:

- Orejas de arrastre del transformador.
- Ganchos para suspensión del transformador completo.
- Cáncamos para suspensión de la parte superior de la cuba.

3.5.4. Conexiones

Se incluyen las interconexiones con cable aislado de 30 kV.

Las conexiones a las cabinas de 30 kV se realizarán con conectores enchufables de acuerdo con la norma UNE 211028:2013, mientras que las conexiones al embarrado de 30 kV y a la reactancia se realizará con botellas de exterior de acuerdo con la norma UNE 211027:2013.

3.5.5. CABINAS DE 30 kV

UN (1) conjuntos de cabinas modulares aisladas en SF₆ con las siguientes características generales:

Normativa aplicable (general)	UNE-EN 62271-200:2012
Normativa aplicable (interruptor)	UNE-EN 62271-104:2015
Normativa aplicable (seccionador)	UNE-EN 62271-102:2005
Normativa aplicable (Grado de protección IP)	UNE-EN 20324
Normativa aplicable (Grado de protección IK)	UNE-EN 50102
Tensión de servicio	30 kV
Tensión asignada	36 kV
Numero de fases	3
Frecuencia asignada	50 Hz
Intensidad nominal embarrado	2100 A
Intensidad de corta duración (1 s)	25 KA
Intensidad de cortocircuito (valor de cresta)	63 KA
Temperatura ambiente máxima	+40° C
Temperatura ambiente mínima	-5° C
Instalación	Interior IP65
Aislamiento	SF ₆
Tensión auxiliar de mando	125 V c.c.
Tensión auxiliar de iluminación	220 V c.a.

3.5.5.1. Cabina de salida a transformador

DOS (2) cabinas equipada con los siguientes accesorios:

- 1 interruptor automático tripolar 1250 A 25 KA con bobina de cierre y doble bobina de disparo y contactos auxiliares de posición
- 3 transformadores de intensidad:

Relación de transformación en los TI,	1200-2400/5-5-5 A
Secundario 1	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl. 0,2s
Secundario 2	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl.0,5-5P20
Secundario 3	Potencia: 5 VA
	Precisión: 5P20

- 3 transformadores de intensidad de relación:

Relación de transformación en los TI,	1200-2400/5 A
Secundario 1	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl. 0,2s

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) con contactos auxiliares (mínimo 3 NA +3 NC) y mando manual.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión.
- 1 analizador de redes.
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.
- Enclavamientos:
 - Bloqueo de maniobra del seccionador con interruptor cerrado.
 - Bloqueo de apertura del cajón de media tensión con seccionador de puesta a tierra no conectado.
 - Disparo y bloqueo del interruptor de 220 kV cuando cierra el seccionador de puesta a tierra.
- Un relé de protección digital multifunción programado con las siguientes funciones de control y protección:
 - Máxima intensidad instantánea de fases (50)
 - Máxima intensidad instantánea de neutro (50N)
 - Máxima intensidad de fases temporizada (51)
 - Máxima intensidad de neutro temporizada (51N)
 - Mínima tensión entre fases (27)
 - Sobretenión (59)
 - Máxima tensión homopolar (59N)
 - Máxima/mínima frecuencia (81M/81m)
 - Fallo interruptor (50S-62)

- Supervisión de los dos circuitos de disparo del interruptor (3)
- Osciloperturbógrafo (99)
- Registro de eventos con fechado hasta el mseg
- Unidad de control de posición (UCP) incluyendo mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Mímico local.
- Indicación local y remota de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias...
- Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y protocolo IEC 61850.

3.5.5.2. Transformador de medida de Tensión

- 3 transformadores de tensión colocados en las barras, con las siguientes características:

Relación de transformación en los TT	33:√3 kV / 110:√3- 10:√3-110:3 V
Secundario 1	Potencia: 10 VA
	Precisión: Cl. 0,2
	Conexión: estrella
Secundario 2	Potencia: 10 VA
	Precisión: Cl. 0,5-3P
	Conexión: estrella
Secundario 3	Potencia: 25 VA
	Precisión: Cl. 3P
	Conexión: triángulo abierto

- 3 transformadores de tensión colocados en las barras, con las siguientes características:

Relación de transformación en los TT	33:√3 kV / 110:√3-110:√3 V
Secundario 1	Potencia: 10 VA
	Precisión: Cl. 0,2
	Conexión: estrella
Secundario 2	Potencia: 10 VA
	Precisión: Cl. 0,5-3P
	Conexión: estrella

De cada secundario en estrella se facilitarán dos salidas protegidas cada una por un interruptor automático tetrapolar y llevadas a bornas seccionables.

La salida del secundario en triángulo abierto irá conectada a una resistencia antiferroresonancia protegida por un interruptor automático bipolar, se facilitarán otras dos salidas protegidas cada una por un interruptor bipolar y llevadas a bornas seccionables.

Todos los interruptores automáticos tendrán contactos indicadores de posición NA+NC llevados a bornas.

3.5.5.3. Cabinas de salida a línea

OCHO (8) + (1R) cabinas equipadas con los siguientes accesorios:

- 1 interruptor automático tripolar 630 A 25 KA con bobina de cierre y doble bobina de disparo y contactos auxiliares de posición
- 3 transformadores de intensidad:

Relación de transformación en los TI,	400-800/5-5 A
Secundario 1	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl. 0,2s
Secundario 2	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl. 0,5-5P20

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) con contactos auxiliares (mínimo 3 NA +3 NC) y mando manual.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión.
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.
- Enclavamientos:
 - Bloqueo de maniobra del seccionador con interruptor cerrado.
 - Bloqueo de apertura del cajón de media tensión con seccionador de puesta a tierra no conectado.
- Un relé de protección digital multifunción programado con las siguientes funciones de control y protección:
 - Máxima intensidad instantánea de fases (50)
 - Máxima intensidad instantánea de neutro (50N)
 - Máxima intensidad de fases temporizada (51)
 - Máxima intensidad de neutro temporizada (51N)
 - Sobretensión (59)
 - Máxima tensión homopolar (59N)
 - Fallo interruptor (50S-62)
 - Supervisión de los dos circuitos de disparo del interruptor (3)
 - Osciloperturbógrafo (99)
 - Registro de eventos con fechado hasta el mseg
 - Unidad de control de posición (UCP) incluyendo mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Mímico local.
 - Indicación local y remota de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias...

- Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y protocolo IEC 61850.

3.5.5.4. Cabinas de transformador de SSAA.

Una (1) cabina equipada con los siguientes accesorios:

- 1 interruptor seccionador de mando manual de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) 36 kV 200 A con fusible de 20A.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Indicación y mando local de interruptor seccionador
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.

3.5.6. Transformador de servicios auxiliares.

Un (1) transformador trifásico con las siguientes características:

3.5.6.1. Características

Norma aplicable	UNE-EN 50464-1:2010
Aislamiento	Seco clase F
Instalación	Interior
Índice de protección	IP31
Refrigeración	Natural
Potencia nominal	150 KVA
Servicio	Continuo
Tensión primario/ secundario	30±2×2,5%/0,42 kV
Relación de transformación	Dyn11
Impedancia de cortocircuito	4%
Categoría climática	C2
Resistencia a la humedad	E2
Resistencia ante la llama	F1

3.5.6.2. Accesorios

El transformador se suministrará equipado con los siguientes accesorios:

- Envolvente metálica IP31 RAL 7035 con cerradura enclavada con el seccionador de la cabina de SS.AA.
- Cáncamos de elevación del transformador y su envolvente
- Agujeros de arrastre en el chasis
- Tomas de puesta a tierra del núcleo
- Placa de características en acero inoxidable
- Conjunto de tres sondas Pt100, una por fase, conectadas a un aparato indicador digital de medida de temperatura montado en la envolvente. El

cableado de conexión será apantallado y la pantalla puesta a tierra en uno de los lados.

3.6. CONTROL, MEDIDA Y PROTECCIONES

El suministro estará formado por los siguientes elementos:

3.6.1. Medida fiscal

UN (1) armario de medida fiscal de energía de tipo I conforme al RUPM y las ITCs en vigor.

El punto de medida estará ubicado en la celda de MT de Transformador y corresponde al punto de medida principal y redundante de especial distribución de:

- PFV Driza (30 kV, 103,65 MW)

Cada punto de medida incluye los siguientes equipos:

- Bloques de pruebas precintables homologados de REE.
- Contadores-registradores para medida a cuatro cuadrantes en trifásica desequilibrada a cuatro hilos clase 0,2s para activa y 0,5 para reactiva, homologados por REE. Dispondrán de alimentación auxiliar exterior y de dos puertos de comunicación de acceso simultáneo: P1 GSM para acceso telefónico y P2 para acceso vía Ethernet.
- Módem telefónico GSM multipunto para acceso telefónico del SIMEL.
- Concentrador de medidas/ Gateway para salida en Modbus TCP hacia la unidad de control de subestación

Los contadores se suministrarán ajustados y verificados.

Toda la instalación de medida y de comunicaciones asociadas cumplirá con los requisitos para el alta en el SIMEL y deben facilitarse los protocolos necesarios para la solicitud de dicha alta.

3.6.2. Control y protección de subestación

Se incluyen los siguientes armarios de control y protecciones de subestación:

- UN (1) armario de control y protección de transformador
- UN (1) armario de control y protección de línea
- UN (1) armario de unidad de control de subestación
- UN (1) SCADA de subestación
- UN (1) armario repartidor de F.O. de línea

3.6.2.1. Control y protección de transformador

El armario de control y protección de transformador irá equipado con:

- Protección principal/secundaria de trafo (PP/T1-PS/T1): son dos relés idénticos de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial de trafo (87T) y neutro (87N) de tres devanados, también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad de fases por cada uno de los devanados del trafo (50/51) y sobreintensidad de neutro (50/51N). El disparo será trifásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección reactancia (PR/1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de relé de sobreintensidad (50/51 TZ, 50/51N TZ) de tres fases y neutro para la protección instantánea de las reactancias de puesta a tierra del sistema de 30 kV. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Regulador de tensión (REG/1): Incluye la función de regulación de tensión de los transformadores de potencia (90) a partir del control del cambiador de tomas. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Relé maestro (86/T1) de bloqueo con rearme local y remoto por actuación de las protecciones de máquina y diferencial.
- Relé maestro (86X/T1) de disparo y bloqueo con rearme local y remoto por actuación de fallo interruptor en cualquiera de los interruptores adyacentes al trafo.
- Un switch ethernet capa 2, con al menos 2 puertos libres de reserva.

El sistema de protección está formado por dos canales completamente independientes y redundantes, cada uno con su propio juego de baterías, su relé de protección y su relé maestro, y disparando sobre una bobina independiente.

3.6.2.2. Control y protección de posición de línea

Un armario de control y protección de línea que incluye:

- Unidad de control de posición (UCP/L1): Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, incluyendo

mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Indicación local de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias. La función de supervisión de las bobinas de disparo (3) se integrará también dentro de este equipo. Mímico local. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.

- Protección principal de línea (PP/L1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial (87L) y distancia (21), también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad direccional de neutro (67N) y función de reenganche (79) siendo el reenganche tipo monopolar. El disparo será monofásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección secundaria de línea (PS/L1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial (87L) y distancia (21), también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad direccional de neutro (67N), sobretensión en valores fase-neutro (59) y función de reenganche (79) siendo el reenganche tipo monopolar. El disparo será monofásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección de fallo interruptor (PI/1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de fallo interruptor (50S-62) y función de sincronismo (25), también contará con las siguientes funciones adicionales: mínima tensión (27) y discordancia de polos (2). Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Relé de disparo y bloqueo con rearme local y remoto en caso de fallo del interruptor (50S-62X).
- Relés replicadores de señales para emisión y recepción de teledisparo (94TD/L1 y 94TDE/L1) con la subestación remota.

El sistema de protección de la línea está formado por dos canales completamente independientes y redundantes, cada uno con su propio juego de baterías, su relé de protección y su relé maestro, y disparando sobre una bobina independiente.

Los relés de protección diferencial de línea que se instalen serán del mismo modelo que los instalados en la subestación remota.

3.6.2.3. Unidad de control de subestación

Se instalará una unidad de control de subestación (UCS) que dispondrá de:

- Una Unidad de Control de Subestación (UCS), incluirá comunicación con los SCADA de cada parque fotovoltaico mediante protocolo a definir, puertos para comunicación con concentrador de medidas de los distintos parques fotovoltaicos, comunicación con el concentrador de medidas de los contadores para lectura mediante protocolo Modbus TCP.
- Un Interfaz Hombre-Maquina (HMI), desde el HMI se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.
- Un reloj de sincronización por satélite (GPS), dotado con antena. Los equipos de protección se sincronizarán mediante protocolo IRIG-B.
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares.
- Dos switches de capa 2 para comunicación con los equipos mediante IEC61850.

3.6.2.4. SCADA de subestación

Incluye una estación de trabajo completa en la subestación con todo el SW necesario para la programación de los relés de protección, los contadores, la UCS y las pantallas del SCADA de subestación.

Se incluirá al menos una pantalla de 220 kV y transformador y otra de 30 kV por cada parque fotovoltaico, más dos pantallas de SS.AA., arquitectura de red de comunicaciones, alarmas y eventos. Dichas pantallas permitirán:

- Mando de los interruptores de A.T. y M.T., y de los seccionadores motorizados, mediante orden de apertura y cierre. Los enclavamientos de seguridad necesarios se encontrarán a nivel de UCP. Para el mando existirán dos modos de operación: Local y remoto. La selección se hará en el propio aparato a través de un mando local-remoto.
- Monitorización de las medidas de tensión, corriente, potencia activa y reactiva, frecuencia y factor de potencia de cada posición, incluso históricos.

- Monitorización del estado de los interruptores de los cuadros de servicios auxiliares, las baterías, sistema contra incendios y otros equipos auxiliares.
- Mando de los interruptores de acometida de servicios auxiliares
- Monitorización del estado de los relés de protección de transformador principal y de línea e indicación de sus disparos.
- Mando y monitorización del regulador de tomas en carga.
- Alarmas y registro de eventos con fechado hasta el mseg.
- Registro de tendencias de medidas analógicas con lectura cada minuto.

3.6.3. Características constructivas comunes

3.6.3.1. Armarios

Armarios metálicos con estructura de perfiles laminados de 3 mm de espesor y chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo. Dispondrán de cáncamos de elevación, zócalo metálico de 200 mm y sus anclajes de fijación al suelo.

Dimensiones:	800 x 800 x 2000 mm.
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035.
Grado de protección	IP53

Deberán pintarse los bordes de los cortes que se realicen en la chapa. Los armarios sólo tendrán acceso frontal (no trasero) y dispondrán de bastidor pivotante con rack de 19" de 40 módulos.

La puerta delantera de los armarios tendrá una ventana de metacrilato de 2 mm de espesor y protegido con una junta de goma, bisagras ocultas para apertura a 135° como mínimo y cerradura con llave.

La entrada de cables será por la parte inferior de los armarios. Se dispondrán perfiles para el amarre de los cables.

Los armarios llevarán una barra de tierra de cobre electrolítico de 50 mm². Todas las partes metálicas no portadoras de corriente se conectarán a dicha barra.

Los armarios irán dotados de resistencia anticondensación accionada por termostato, alumbrado interior accionado por final de carrera en puerta y toma de corriente monofásica tipo Schuco. Dichos elementos se alimentan a 220 V 50 Hz desde un mismo interruptor de 16A.

Los relés de protección, switches y equipos de control principales se montarán en el bastidor giratorio. Bornas, automáticos, relés auxiliares y resto de elementos se montarán en el interior del armario.

Los equipos montados en los armarios se identificarán por medio de rótulos tanto interior como exteriormente. Los rótulos exteriores serán de plástico negro con letras de 6 mm en blanco, e irán sujetos con remaches de plástico.

Los textos indicarán los números de las funciones de protección realizadas por cada relé. Además, cada armario llevará un rótulo en la parte superior de plástico negro con letras de 30 mm en blanco con la designación del mismo.

3.6.3.2. Bornas y cableado

Los armarios deberán suministrarse completamente cableados hasta las regletas terminales. Todos los contactos de los relés estarán cableados hasta las regletas terminales, sean o no utilizados. No se podrán conectar más de dos cables a un mismo punto de conexión, en caso de que sea necesario se utilizarán regletas puenteables.

Todo el cableado deberá hacerse en el interior de canaletas provistas de tapas desmontables. Se dejará un 20% de espacio de reserva en las canaletas.

Todos los conductores tendrán sus dos extremos identificados y llevarán terminales de compresión. No se admitirán empalmes de cables ni encintados para restaurar el aislamiento.

El cableado interno se realizará con conductores de cobre especial para cableado de cuadros con aislamiento de PVC color gris para 750 V resistente a la llama según IEC 332. Las secciones mínimas a emplear serán las siguientes:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| • Cableado de control | 1,5 mm ² |
| • Circuitos de fuerza y alumbrado | 2,5 mm ² |
| • Circuitos de tensión | 2,5 mm ² |
| • Circuitos de corriente | 4 mm ² |

Para los cables de mando, señalización y control, así como los de alumbrado y fuerza se emplearán bornas de paso 8 con tornillos de apriete y montaje sobre perfil normalizado, tipo Phoenix o similar.

Para los circuitos de medida de tensión y de intensidad se emplearán bornas de paso 8 seccionables con tornillos de apriete y montaje sobre perfil normalizado, tipo Phoenix o similar.

Los regleteros de bornas se montarán sobre carril DIN y estarán situados a 250 mm del suelo como mínimo. Entre las bornas y las canaletas deberá hacer una distancia mínima de 6 cm. Se dispondrá de un 10 % de bornas de reserva por armario.

3.6.4. Sistema de control de parques fotovoltaicos

Se prevé espacio para la ubicación en la subestación de los equipos de control y monitorización de los distintos parques fotovoltaicos. Se prevé la instalación de los siguientes armarios, uno por parque:

- Analizador de redes (AR) conectado a TIs y TTs de 30 kV para medida de potencia activa y reactiva generada. Dichos equipos se instalarán en la sala eléctrica correspondiente.
- Armario de control de parque fotovoltaico (Power Plant Controller), incluyendo en su interior autómata de control suministrado para el control del parque. Dichos armarios se instalarán en sala de control climatizada.

Asimismo, se prevé la instalación de un armario donde se agrupen los repartidores de fibra óptica que van a cada parque fotovoltaico. Se estima que serán necesarios un máximo de 3 repartidores de 24 fibras por parque.

3.7. SERVICIOS AUXILIARES

Se incluyen los siguientes equipos de servicios auxiliares:

3.7.1. Armarios de rectificador y baterías de 125 V c.c.

DOS (2) armarios rectificadores con las siguientes características:

Norma aplicable	IEC 62040-1 IEC 60947-6
Tensión de entrada	230- 400V
Tensión de salida	125 V c.c.
Rizado	1%
Intensidad nominal del rectificador	60 A c.c.
Grado de protección	IP 22
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035

Cada armario incluirá los siguientes accesorios:

Cuadro de control frontal con lámparas de señalización, y voltímetro y amperímetro de salida analógicos.

Detector de aislamiento a tierra preparado para el funcionamiento en paralelo de ambos rectificadores.

Puerto Ethernet con comunicación Modbus TCP

Contactos de alarma de los siguientes defectos:

- Fallo de aislamiento de tierra
- Máxima y mínima tensión
- Pérdida de alimentación de c.a.
- Defecto del rectificador

Cada armario rectificador irá asociado a un conjunto de baterías con las siguientes características:

Normativa aplicable	IEC 60623
Baterías	Ni-Cd
Tensión de flotación	1,40-1,42 V
Tensión de carga rápida	1,45-1,50 V
Número de elementos	92
Capacidad nominal de baterías	240 Ah

Las baterías irán montadas en bancadas metálicas e instaladas en salas climatizadas y debidamente ventiladas.

3.7.2. Armarios de servicios auxiliares

3.7.2.1. Alcance

Se instalarán los siguientes armarios de servicios auxiliares, cuyos esquemas unifilares se definirán en fase de proyecto.

Un (1) Cuadro General de C.A., $I_n=400$ A e $I_{cc}=15$ kA, con acometida a tres hilos y neutro desde el transformador de SS.AA. dotada de interruptor tetrapolar de protección de 320 A, medida de tensión de barras local (voltímetro) y remota (convertidor 4-20 mA), y salidas a definir en fase de proyecto, incluyendo al menos un 20% de reservas. Todos los automáticos irán dotados de contactos de posición auxiliares sacados a bornas. El régimen de neutro del sistema de 400 V será TN-S

Un (1) Cuadro General de C.C., $I_n=50$ A e $I_{cc}=6$ kA, con acometida proveniente del armario rectificador de 125 V. Las barras dispondrán de medida de tensión en barras local (voltímetro) y remota (convertidor 4-20 mA), y salidas a definir en fase de proyecto, incluyendo al menos un 20% de reservas. Todos los automáticos irán dotados de contactos de posición auxiliares sacados a bornas. El sistema de 125 V estará aislado de tierra en ambos polos.

3.7.2.2. Características constructivas

Armarios metálicos con estructura de perfiles laminados de 3 mm de espesor y chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo. Dispondrán de cáncamos de elevación, bancada metálica de 200 mm y anclajes de fijación al suelo.

Normativa aplicable	IEC 60439-1 IEC 60947-3
Dimensiones:	800 x 600 x 2000 mm.
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035.
Acceso	Frontal (únicamente)
Grado de protección	IP42
Compartimentación	2B

La entrada de cables será por la parte inferior de los armarios. Se dispondrán perfiles para el amarre de los cables.

Los armarios llevarán una barra de tierra de cobre electrolítico de 50 mm². Todas las partes metálicas no portadoras de corriente se conectarán a dicha barra.

Los interruptores irán montados de forma que sea posible operarlos manualmente desde el frente del armario.

El frente del armario incluirá un mímico y rótulos exteriores de plástico negro con letras de 6 mm en blanco.

Además, cada armario llevará un rótulo en la parte superior de plástico negro con letras de 30 mm en blanco con la designación del mismo.

El cableado se realizará con conductores de cobre especial para cableado de cuadros con aislamiento PVC para 750 V resistente a la llama. La sección mínima de los circuitos de fuerza y alumbrado será 2,5 mm².

Todo el cableado se hará en el interior de canaletas provistas de tapas desmontables. Se dejará un 20% de espacio de reserva en las canaletas.

Todos los conductores tendrán sus dos extremos identificados y llevarán terminales de compresión. No se admitirán empalmes de cables ni encintados para restaurar el aislamiento.

Los aparatos se montarán sobre carril DIN como mínimo a 250 mm de la base. Entre las bornas y las canaletas deberá hacer una distancia mínima de 6 cm. Se dispondrá de un 10 % de bornas de reserva por armario.

Los armarios de CA estarán provistos de unas bornas para conectar un grupo electrógeno portátil de manera fácil y accesible. También se tendrá que dejar una entrada disponible para el TSA de la subestación de Rececho II, como alimentación de respaldo en caso de fallo del TSA de la propia subestación.

3.7.3. Alumbrado y climatización

El alumbrado del parque de intemperie y del cuadro del transformador se realizará con proyectores orientables equipados con lámparas de vapor de sodio de alta presión, montados sobre estructura soporte.

El alumbrado de viales y de la entrada se realizará mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura. El encendido de este alumbrado se controla manual o automáticamente por medio de célula fotoeléctrica o interruptor horario a elección.

En el edificio de control se dispondrá de alumbrado normal y de alumbrado de emergencia tipo LED. Se realizará el estudio de alumbrado interior correspondiente.

En la sala eléctrica se dispondrá de ventilación forzada. En la sala de control se dispondrá de calefacción y aire acondicionado. En ambos casos se realizará el estudio de ventilación y climatización correspondiente.

3.7.4. Sistemas de seguridad

3.7.4.1. Centralita de alarmas

El edificio de la subestación se equipará con:

- Detectores de movimiento en cada habitación
- Detectores magnéticos de apertura en puertas y ventanas
- Pulsadores manuales de alarma de incendios
- Detectores ópticos e iónicos de humo según proyecto para alarma de incendios

Toda la instalación de seguridad se instalará bajo tubo de acero cincado.

Se instalará una centralita de alarma integrada contra incendios y contra intrusismo con las siguientes características básicas:

- Dispondrá de batería de alimentación independiente
- Interfaz telefónico para transmisión a central receptora
- Posibilidad de comunicación con Unidad de Control de Subestación
- Permitirá alarmas separadas de incendios y de intrusos, con un mínimo de 12 particiones.

3.7.4.2. Panoplia de riesgo eléctrico

UN (1) paneles de riesgo eléctrico con los siguientes elementos:

Banqueta y guantes aislantes de 36 kV

Pértiga de salvamento con unidad detectora de tensión hasta 36 kV

Placa de instrucciones de primeros auxilios

DOS (2) esquemas unifilares de la instalación enmarcados, uno por sala

Un (1) panel soporte de palancas y llaves de la subestación, anillados e identificados según corresponde.

Placas de aviso de riesgo eléctrico en puertas del edificio y en el vallado perimetral

3.7.4.3. Sistema contra incendios

El sistema contra incendios se definirá en fase de proyecto.

Se prevé la instalación de un conjunto de extintores de CO₂ y de polvo ABC según necesidad.



PROYECTO DE EJECUCIÓN

DOCUMENTO N.º 1.2:

MEMORIA RECECHO II

3. DESCRIPCIÓN

3.1. CRITERIOS DE DISEÑO

3.1.1. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

Altitud	748,62 msnm
Zona a efectos de diseño	B
Temperaturas extremas	+45° / -15°
Velocidad del viento de diseño	140 km/h
Contaminación ambiental	Medio
Nivel de niebla	Bajo

3.1.2. Intensidad de cortocircuito

De acuerdo con el Informe Anual de la Evolución de la Corriente de Cortocircuito en la red de transporte del Sistema Eléctrico Peninsular Español en el año 2019 de REE, los valores estadísticos de la intensidad de cortocircuito trifásico ($I_{cc} 3\Phi$), intensidad de cortocircuito monofásico ($I_{cc} 1\Phi$) y relación X/R en LOECHES 400 kV son los siguientes:

	P1	P5	P10	P50	P90	P99
$I_{cc} 3\Phi$ (kA)	15,5	16,4	17,2	22,1	28,0	30,6
$I_{cc} 1\Phi$ (kA)	17,2	18,0	18,8	23,5	29,2	31,7
X/R	10,9	11,1	11,2	11,5	11,9	12,3

A efectos de cálculo de esfuerzos de cortocircuito trifásico, se consideran los siguientes valores de intensidad de cortocircuito de diseño:

- Barras de 220 kV: 40 kA, 1 s
- Barras de 30 kV: 25 kA, 1 s

Según el estudio realizado en ST Rececho II las intensidades de cortocircuito son las siguientes:

	220 kV	30 kV
$I_{cc} 3\Phi$ (kA)	13,6	19,3
$I_{cc} 1\Phi$ (kA)	16,3	6,4

3.1.3. Descripción de la instalación

La subestación será de tipología línea trafo y estará compuesta por:

- UNA posición de línea-transformador de 220 kV de intemperie compuesta de:
 - Tres transformadores de tensión capacitivos
 - Un seccionador tripolar de línea con puesta a tierra
 - Tres transformadores de intensidad
 - Tres interruptores automáticos unipolares
 - Tres autoválvulas con contador de descargas
 - UN transformador principal, con las siguientes características:
 - Potencia nominal: 171/228/285(142,5-142,5) MVA
 - Refrigeración: ONAN/ONAF/ODAF
 - Relación de transformación: 220±15% / 30 kV / 30kV
 - Grupo de conexión: YNd11d11
 - DOS embarrados de 30 kV de intemperie incluyendo cada uno:
 - Tres aisladores soporte
 - Tres autoválvulas
 - Una reactancia de puesta a tierra.
 - CUATRO conjuntos de celdas de 30 kV de aislamiento en SF₆ compuestos cada uno por:
 - Una cabina de transformador principal
 - Ocho cabinas de salida de línea en B1, tres cabinas de salida de línea en B2 y B4, seis cabinas de salida de línea en B3
 - Una cabina de salida de línea reserva
 - Una cabina de TSA
 - Seis transformadores de medida de Tensión
- NOTA: La cabina de TSA solo se instalará en B1.
- UN sistema de control y protección formado por:
 - Un armario de control y protección de línea (CP-L)
 - Un armario de control y protección de transformador (CP-T)
 - Un armario de control de subestación (UCS)
 - Un SCADA de subestación (SCS)
 - Un armario colector de F.O. de líneas de A.T./M.T.
 - Cuatro armarios de control de parque.
 - Cuatro armarios de medida fiscal

- Un sistema de servicios auxiliares formado por:
 - Un cuadro general de corriente alterna (CGCA)
 - Un cuadro general de corriente continua (CGCC)
 - Un sistema rectificador redundante con baterías de 125 V c.c.

3.2. OBRA CIVIL

La ejecución de la subestación requiere la realización de los siguientes trabajos de obra civil:

- Movimiento de tierras para la formación de la plataforma sobre la que se construirá la subestación, incluyendo adecuación del terreno, explanaciones y rellenos necesarios hasta dejar a cota de explanación.
- Urbanización del terreno incluyendo viales de acceso y viales interiores, sistema de drenajes y capa de grava superficial.
- Red de puesta a tierra.
- Construcción de un edificio para equipos de control, protección y comunicaciones y los servicios auxiliares de CA y CC; así como las celdas del sistema de 30 kV.
- Cimentaciones para la aparamenta, bancada para el transformador, depósito de recogida de aceite y muro cortafuegos cuando proceda.
- Arquetas y canalizaciones para el paso de cables.
- Cierre perimetral, puerta de acceso y señalización.

3.2.1. Movimiento de Tierras

Se realizará el movimiento de tierras necesario para la formación de una plataforma explanada de $52,6 \times 44 = 2.314 \text{ m}^2$ de superficie que deberá ser totalmente horizontal o en algunos casos, contar con una pendiente del 1% para facilitar la circulación de aguas pluviales superficiales.

El Nivel de terreno explanado (NTE) será determinado en base a la topografía de la parcela y las características del terreno tal que se minimice la retirada de materiales procedentes de la excavación y que los desmontes o terraplenes no tengan una altura superior a 2,5-3 m. La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%, usando talud 2:1 o inferior.

Si al ejecutarse la explanada, las laderas o taludes presentan problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado.

Todas las edificaciones que se requieran deberán separar su línea de fachada de la base o coronación de un desmonte o terraplén una distancia mínima de 3 m.

Las dimensiones de la parcela serán suficientes para permitir el movimiento de los equipos de alta tensión y el transformador, así como la ejecución de las maniobras de operación y mantenimiento, en condiciones de seguridad, de acuerdo con las prescripciones de ITC-RAT-15.

Esta explanada deberá tener capacidad suficiente para el uso previsto sin que se produzcan hundimientos, siendo de categoría E1.

Los rellenos para la formación de la explanada se realizarán por capas de 30 cm máximo de espesor y estarán debidamente compactadas. Se permitirá el uso de los siguientes suelos:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma, de al menos 25 cm de espesor.
- Suelos Adecuados: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

Los suelos clasificados como inadecuados procedentes del desmonte serán depositadas en vertederos autorizados.

Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno.

El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

Para el adecentamiento con grava de la subestación, se tendrá en cuenta que la cota de explanación del terreno corresponde con la cota -0,15 m de la subestación.

3.2.2. Urbanización, viales y sistemas de drenajes

Para un menor impacto visual en la zona se seguirán las indicaciones del Estudio de Impacto Ambiental, en lo que respecta a la Urbanización exterior.

Se deberá proteger la plataforma frente a la escorrentía superficial, evacuando esta hacia zonas más deprimidas. También será necesario proteger las zonas de recepción para evitar la erosión y reducir la velocidad del agua (podrán usarse empedrados o soluciones equivalentes).

Con el fin de facilitar el drenaje y de mejorar las tensiones de paso y contacto, se extenderá una capa de grava de 150 mm de espesor por todo el parque salvo las zonas de viales y aceras. Estas zonas con grava se delimitarán con bordillo perimetral.

La subestación dispondrá de una serie de viales internos para facilitar el acceso a las distintas partes de la misma y poder realizar los correspondientes trabajos de mantenimiento.

La realización de los viales interiores incluye la excavación, cajeado, relleno con capa de material seccionado de 20cm de espesor, compactación de las distintas capas, mallazo y una capa de hormigón en masa de 20 cm de espesor. Así mismo se dotará al vial de una pendiente del 2% hacia los lados del mismo para evitar la acumulación del agua de lluvia en el mismo.

La anchura de los viales será de 5 m.

Asimismo, se diseña a un sistema de drenaje utilizando tubos drenantes de PVC de 120 mm de diámetro nominal que se dispondrán en zanjas enterradas rellenas de grava y en contacto con la capa de grava superficial. Los tubos drenantes conectarán con la tubería de drenaje para hasta el punto de evacuación. En las uniones entre distintas líneas de drenaje se dispondrán arquetas de registro.

El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales o de deshielo procedentes de la plataforma y sus márgenes, mediante cunetas y sus imbornales y sumideros. Se tendrá en cuenta la construcción de terraplenes y desmontes que se hayan podido ejecutar junto con la explanada, de manera que en la superficie de recogida de precipitaciones (dato inicial) se considerará, además de la superficie propia de la plataforma, la superficie correspondiente a la proyección horizontal de los terraplenes.
- La evacuación de las aguas recogidas a través de arquetas y colectores longitudinales, preferentemente y siempre que sea posible a sistemas de alcantarillado. En caso de no ser posible la conducción hasta un sistema de alcantarillado, el vertido se podrá realizar por playa de grava, vertido natural o pozo filtrante.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la instalación, mediante su acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal.

3.2.3. Red de puesta a tierra

La malla de puesta a tierra de la subestación se ha calculado conforme a lo prescrito en la norma ITC-RAT 13, siguiendo el método de cálculo definido en la norma IEEE 80-2000. El detalle del cálculo se encuentra en el capítulo de cálculos.

Se realizará con conductor de cobre desnudo de 120 mm² de sección enterrado a 0,6 m de profundidad. Se instalará un conductor de tierra 1 m por el exterior de la valla perimetral, y otro por el interior de la valla perimetral.

A esta malla se conectarán el cable de cobre y las pantallas de los cables de las líneas subterráneas, las tierras de protección y las tierras de servicio. Con esta

configuración de electrodo se reducen casi completamente las tensiones de paso y contacto, anulándose el peligro de electrocución del personal de la instalación.

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

3.2.4. Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones de cables de MT desde el transformador hasta las celdas se realizarán con tubos corrugados de 120 mm de diámetro enterrados a 1 m de profundidad, instalándose arquetas de registro en la llegada al embarrado de MT, en el acceso al edificio y en los giros a 90°.

Las canalizaciones de los cables de fuerza y control serán de dos tipos:

- Canalizaciones principales realizadas con canales prefabricados de hormigón de 30 cm de anchura, con tapas de hormigón registrables.
- Canalizaciones secundarias con tubos de PVC de 63 mm de diámetro nominal para acceso desde las canalizaciones principales a la apartamenta.

El cruce del vial se realizará mediante un paso hormigonado tanto en el caso de cables de MT como de fuerza y control.

3.2.5. Cimentaciones y bancadas

Para soporte y sujeción de los elementos instalados en la subestación, se dispondrá de cimentaciones adecuadas a tal efecto. Las cimentaciones a construir son las de los pórticos de líneas, soportes para los embarrados principales y secundarios, y soportes para el aparellaje de la instalación.

En función de las estructuras a cimentar y las características del terreno se podrá optar por las siguientes soluciones:

- Fundaciones de hormigón en masa.
- Fundaciones de hormigón armado

Las cimentaciones de las estructuras metálicas se realizarán mediante dados de hormigón en masa de 250 kg/cm² de resistencia a la compresión. Se dejarán previstos los pernos de anclaje, plantillas y tubos de PVC necesarios para el paso de cables.

Las cimentaciones a realizar tendrán canalizaciones de tubo de PVC que permitan el paso de los latiguillos de tierra hacia las estructuras metálicas, y de

ahí a los equipos, así como de tubo independiente del anterior para el paso de cables aislados de alimentación y control.

Las bancadas serán de hormigón armado y se construirán sobre una base de hormigón de limpieza.

El hormigón a emplear será fabricado en central y transportado a obra en camión hormigonera. Tendrá un tamaño de árido máximo de 25-30 mm.

3.2.5.1. Bancada para Transformador

Las bancadas de los transformadores de potencia estarán formadas por una losa soporte, un foso de recogida de aceite y arquetas para paso de cables y conexión. Las dimensiones en planta de la bancada serán tales que cualquier elemento en proyección de la máquina esté situado en el interior de la misma, con un margen mínimo de 20 centímetros al borde.

Básicamente la bancada estará constituida por una losa sobre la que se embeberán vías de rodadura tipo RENFE para el apoyo del transformador de parque en caso de ser necesario, un cubeto comunicado mediante un tubo de fibrocemento enterrado en zanja a la profundidad necesaria y con una pendiente mínima del 2% para la eventual evacuación del aceite del transformador al depósito de recogida y arquetas para paso de cables y conexión.

Los materiales a emplear en el diseño y construcción de las bancadas serán los siguientes:

- Hormigón HA-35/P/20/IIa. - Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5
- Acero B500S - Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15

3.2.6. Depósito de Recogida de Aceite

Para asegurar la contención del aceite de los transformadores de potencia y evitar su vertido al terreno, alcantarillado o cauces públicos, la bancada de cada transformador recogerá el vertido del aceite. Todas las bancadas estarán conectadas con tubo enterrado (no por zanja abierta) con un depósito subterráneo de recogida de aceite.

El que tanto el depósito como las canalizaciones sean subterráneas evita que el aceite continúe ardiendo en el caso de que se haya incendiado durante la fuga.

El depósito de aceite subterráneo se construirá en hormigón armado y tendrá un volumen de entre un 30-50 % superior al volumen total de aceite del transformador de mayor tamaño de la instalación.

Dado que los transformadores están a la intemperie, su bancada recogerá el aceite en caso de fuga y el agua de la lluvia. El diseño del depósito (ver plano

LOE4-RE2-IGI-PLN-1014) y la menor densidad del aceite respecto al agua hace que el aceite que entre en el depósito desplace el agua que pueda tener el depósito, de forma que todo el sistema opera por gravedad, sin necesidad de elementos activos (sensores de nivel, bombas, ...) que puedan fallar.

Tal como se indica en el plano se fabricará en hormigón armado HA-25/P/20/IIa con acero corrugado Acero B400S ($f_y > 400$ N/mm²) atado con alambre recocido

Para conseguir la estanqueidad requerida se sellarán las juntas de construcción mediante perfiles elastómeros extruidos (juntas horizontales) y cintas flexibles de cloruro de polivinilo (juntas verticales). Como actuación adicional se revestirá toda la superficie con un tratamiento impermeabilizante a base de pinturas resinas especiales.

Estará dotado de una arqueta superior con escalera de pates para su acceso interior.

3.2.7. Edificio de control y celdas de 30 kV

Se construirá un edificio de control de acuerdo con los planos de planta y alzado adjuntos del presente proyecto.

Las salas previstas son las siguientes:

- Sala eléctrica: Incluye las cabinas de M.T. de los parques fotovoltaicos.
- Sala de control: Incluye los armarios de medida, control y protecciones de A.T., el armario de medida fiscal, un armario de control de parque, los cuadros de servicios auxiliares de CA y de CC, el sistema de rectificación de baterías con las baterías y una posición de trabajo para el Scada de subestación

El edificio se construirá enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores (muros exteriores, solera y cubierta) y los estructurales (vigas, pilares) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación y los materiales constructivos del revestimiento exterior (paramentos, pavimentos y techo) también deben ser acordes con esta normativa.

El edificio se proyecta con estructura de zapatas, muros, vigas y pilares de hormigón armado. Los cerramientos exteriores se realizan con bloques de hormigón y la pintura será al plástico liso en paredes y techos.

El acabado de la solera se realiza con una capa de mortero de cemento de composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión. Tendrá una ligera pendiente hacia un punto de recogida de líquidos. En la realización del suelo se deberá tener en cuenta la colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, malla de tierra, empotramiento de herrajes, etc.

Las salas de celdas de 30 kV tendrán el suelo elevado para permitir el acceso de los cables de 30 kV desde las zanjas.

La sala de control estará equipada con suelo técnico desmontable para facilitar la llegada de los cables de control del parque de intemperie y la interconexión de los equipos.

Las puertas exteriores del edificio se ejecutarán con perfilería metálica en acero galvanizado y al igual que las ventanas, tendrán resistencia al fuego RF-90 y demás características de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación. Las puertas abrirán hacia el exterior.

Exteriormente el Edificio irá rematado con una acera perimetral terminada con baldosa hidráulica y de una anchura variable entre 1 y 1,3 m.

Los huecos de ventilación tendrán un sistema de rejillas que impidan la entrada de agua y en su caso tendrán una tela metálica que impida la entrada de insectos.

Las entradas de cables a los distintos cuadros y celdas y al exterior del edificio se terminarán con espuma a fin de evitar la entrada de animales.

El edificio estará construido de forma que su interior presente una superficie equipotencial. En la zanja de cimentación, bajo el perímetro del edificio se instalará un anillo cerrado de conductor de cobre de 120 mm². Este anillo se unirá eléctricamente a la red de tierra. A profundidad máxima de 10 cm se instalará un mallazo de redondo mínimo 8 mm y retícula 300 x 300 mm que se unirá a la red de tierra por el mismo procedimiento. En caso de que existan armaduras metálicas en los paramentos, éstas se unirán a la estructura metálica del piso.

El local contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, incluyendo sistemas de alarma contra incendios y antiintrusismo.

3.2.8. Cierre Perimetral, puerta de acceso y señalización

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la instalación, situado a una adecuada distancia de los taludes de desmonte y de la plataforma en la zona de terraplén.

El cerramiento exterior estará formado por malla metálica de 2,30 m de altura, soportada por postes metálicos galvanizados fijados sobre cimentación de apoyo de hormigón de 0,3 m de altura.

Para el acceso exterior se instalará una puerta de acceso de vehículos motorizada de 6 m de anchura con una puerta peatonal anexa de 1m.

Las funciones principales de este vallado serán las siguientes:

- Evitar que personas ajenas a la subestación lleguen a estar próximas a elementos en tensión, protegiendo su integridad física.
- Proteger las instalaciones de posibles daños intencionados.
- Evitar posibles robos en las instalaciones y en el edificio de celdas control.

La totalidad de los accesos a la subestación, edificio principal y anexos estarán dotados de la señalización reglamentaria para instalaciones de Alta Tensión, compuesta por pictogramas que adviertan del peligro de la instalación.

3.2.9. Estructura metálica

Se instalará la siguiente estructura metálica:

- UN (1) pórtico de llegada de línea aérea de 220 kV de las siguientes dimensiones:

Altura de fases:	15,50 m
Altura de cable de tierra:	19 m
Vano del pórtico:	13,50 m

- Estructura soporte de los siguientes elementos de 220 kV
 - TRES (3) transformadores de tensión capacitivos
 - UN (1) seccionadores trifásicos con puesta a tierra
 - TRES (3) interruptores automáticos unipolares
 - TRES (3) transformadores de intensidad
 - TRES (3) autoválvulas
- DOS (2) estructura soporte de equipos de 30 kV, cada una compuesta por:
 - Soporte del embarrado de salida de transformador principal
 - UNA (1) Reactancia de puesta a tierra
 - TRES (3) autoválvulas
- Estructura soporte de otros elementos:
 - DOS (2) proyectores de alumbrado por báculo
 - Báculos de alumbrado exterior

Toda la estructura metálica se fabricará con perfiles normalizados de alma llena protegidos contra la corrosión mediante galvanizado en caliente. El acero será procedente de laminación y se ajustará a las características correspondientes de

la calidad soldable tipo S 275 JR (EN 10027-1), equivalente al A44b o calidad semejante.

Estas estructuras de soporte estarán formadas por perfiles en U (UPN), o con piezas angulares empresilladas tipo celosía, con objeto de conseguir sencillez y economía.

El coeficiente de mayoración de cargas se adoptará para los estados de carga definitivos y la seguridad de las estructuras irá referida al límite de fluencia del material en las peores condiciones de funcionamiento y de sobrecarga no debiendo ser inferior a dos.

Las dimensiones de las estructuras son tales que las bornas de los distintos equipos y los conductores se encuentran a la distancia exigida por los reglamentos vigentes, y la base de los aisladores a más de 230 cm del nivel del suelo.

El tratamiento final de todas las estructuras que componen el parque de intemperie será galvanizado en caliente por inmersión, con un espesor mínimo resultante de 80 micras. Las piezas que componen la estructura deben salir de los talleres totalmente mecanizadas y taladradas para proceder a su galvanizado totalmente construidas.

La tornillería de unión de las estructuras será de acero galvanizado con objeto de evitar la corrosión. La tornillería de fijación de la aparamenta a sus respectivos soportes será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. Será de medidas métricas según DIN 933, con arandelas según DIN 7980 y la calidad de esta tornillería será A2 de 800 N/mm² de límite elástico, según norma UNE EN ISO 3506-1:2010.

Las estructuras irán atornilladas a los pernos que se colocarán en sus cimentaciones correspondientes mediante las plantillas suministradas por el proveedor de las estructuras.

La tornillería y demás piezas de pequeño tamaño estarán realizadas en acero inoxidable.

Los materiales de soldeo (varillas, electrodos) serán utilizados teniendo en cuenta las recomendaciones particulares del fabricante.

Antes de iniciar la fabricación, el fabricante de las estructuras realizará cuantas pruebas sean necesarias para la correcta cualificación de los distintos métodos de soldeo manual, automático o combinación de estos, a tope o en ángulo, tanto de procedimientos de soldeo como en homologación de los soldadores que deban intervenir en la misma (según norma UNE o ASME IX).

El trazado y taladrado de agujeros deberá permitir el montaje de los diferentes elementos sin forzarlos.

Las dimensiones de los taladros serán:

- Para tornillo de M12, taladro de 14 mm de diámetro
- Para tornillo de M16, taladro de 18 mm de diámetro
- Para tornillo de M18, taladro de 20 mm de diámetro
- Para tornillo de M20, taladro de 23 mm de diámetro

La tolerancia en todos los casos será de +0,4 mm sobre el material en negro.

Todas las estructuras irán atornilladas a los pernos que se encuentran ya embebidos en las fundaciones correspondientes.

El montaje se realizará de forma que ningún elemento quede sometido a esfuerzos mayores que aquellos para los que ha sido calculado.

3.3. APARAMENTA DE 220 kV

Se incluyen los equipos indicados a continuación, todos ellos con las siguientes características comunes:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-1:2009 UNE-EN 62271-1/A1:2011
Instalación	Exterior
Aisladores	Porcelana marrón
Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión primaria de aislamiento	245 kV
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min:	460 kV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 μ s):	1050 kV
Línea de fugas	25 mm/kV

3.3.1. Interruptores automáticos

TRES (3) interruptores automáticos unipolares, con las siguientes características:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-100:2011 UNE-EN 62271-104:2010
Método de extinción del arco	SF ₆
Corriente asignada	2500 A
Poder de corte nominal (valor eficaz)	40 KA
Poder de corte nominal (valor de cresta)	100 KA
Ciclo de operación	A-0,3s-CA-1min-CA
Tiempo de corte máximo	60 ms
Protección del cuadro de mando	IP 55
Mando	Eléctrico unipolar
Número de bobinas de apertura máxima tensión	2
Número de bobinas de apertura mínima tensión	0
Número de bobinas de cierre máxima tensión	1
Tensión de las bobinas	125 V c.c.
Tensión del motor de carga de muelles	125 V c.c.
Resistencia de caldeo	220 V c.a.
Dispositivo antibombeo	SI
Nivel de aislamiento de circuitos de control	600 V
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min	2 kV
Sección mínima de cableado de control	1,5 mm ²

3.3.2. Seccionadores

UN (1) seccionador trifásico con puesta a tierra en uno de los extremos, enclavado mecánicamente con el seccionador de línea, con las características especificadas a continuación:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-102:2005 UNE-EN 62271-104:2010
Tipo constructivo	3 columnas
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad máxima de corta duración (1s)	40 KA
Intensidad máxima (valor de cresta)	100 KA
Protección del cuadro de mando	IP 55
Mando seccionador de línea	Eléctrico
Mando seccionador de puesta a tierra	Eléctrico
Tensión del motor	125 V d.c.
Resistencia de caldeo	220 V c.a.
Nivel de aislamiento de circuitos de control	600 V
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min	2 kV
Sección mínima de cableado de control	1,5 mm ²

3.3.3. Transformadores de intensidad

TRES (3) transformadores de intensidad, con las características especificadas a continuación:

Relación de transformación en los TI, posición Línea	<u>1000</u> -2000/5-5-5-5 A
Secundario 1	Potencia: 20 VA
	Precisión: Cl. 0,5
Secundario 2	Potencia: 50 VA
	Precisión: 5P20
Secundario 3	Potencia: 50 VA
	Precisión: 5P20
Secundario 4	Potencia: 50 VA
	Precisión: 5P20

Normativa aplicable	UNE-EN 61869-1:2010 UNE-EN 61869-2:2013
Intensidad límite térmica	40 KA
Intensidad límite dinámica	100 KA

El cableado de los circuitos de medida tendrá los siguientes requerimientos

- Nivel de aislamiento de circuitos de medida 0,6/1 kV

- Sección mínima del cableado de los secundarios 6 mm²

3.3.4. Transformadores de tensión capacitivos

TRES (3) transformadores de tensión capacitivos, con las características especificadas a continuación:

Relación de transformación en los TT	220:√3 kV / 110:√3-110:√3 V
Secundario 1	Potencia: 50 VA
	Precisión: Cl. 0,5-3P
	Conexión: estrella
Secundario 2	Potencia: 50 VA
	Precisión: Cl. 3P
	Conexión: estrella

Normativa aplicable UNE-EN 61869-1:2010
UNE-EN 61869-5:2012

El cableado de los circuitos de medida tendrá los siguientes requerimientos

- Nivel de aislamiento de circuitos de medida 0,6/1 kV
- Sección mínima del cableado de los secundarios 6 mm²

En cada juego se instalará una caja de formación de tensiones de protección, donde por cada secundario se instalarán tres salidas protegidas por interruptor magnetotérmico.

3.3.5. Autoválvulas

TRES (3) autoválvulas, equipadas cada una con un contador de descargas con miliamperímetro, con las características especificadas a continuación.

Normativa aplicable	UNE-EN 60099-4:2005
Tipo de neutro	Rígido a tierra
Tensión nominal (Ur)	192 kV
Tensión de operación continua (Uc):	154 kV
Tensión de operación temporal (10 s):	211 kV
Tiempo sobretensión temporal	10 s
Tensión residual 8/20 μs (10 KA)	452 kV

3.3.6. Conexiones

El tendido de interconexión entre aparatos de 220 kV se realizará con conductor flexible de aluminio-acero tipo 485-AL1-63-ST1A (antiguo LA-545/Cardinal) con las siguientes características:

Sección total	547,3 mm ²
Diámetro de alma / exterior	10,1/ 30,4 mm
Peso propio unitario	1,831 kg/m
Carga de rotura del material	148,50 kN
Módulo de elasticidad (E)	69.000 N/mm ²
Resistencia eléctrica a 20°C	0,0596 Ω/km
Coefficiente de dilatación lineal (σ)	0,0193 mm/m°C
Intensidad máxima	890 A.

En los tramos correspondientes a los tendidos de interconexión de aparatos, se instalan aisladores C10-1050, de las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	10.000 N
Carga de rotura a torsión	4.000 Nm
Altura del aislador	2.300 mm
Altura de la pieza soporte	175 mm
Línea de fuga	6.125 mm

3.4. TRANSFORMADOR DE PARQUE

UN (1) transformador trifásico con las siguientes características:

3.4.1. Características

Las características constructivas del transformador son las siguientes:

Norma aplicable	UNE-EN 60076-1:2013
	UNE-EN 60076-2:2013
	UNE-EN 60076-3:2014
	UNE-EN 60076-5:2008
Servicio	Continuo
Aislamiento	Aceite mineral
Potencia Nominal	171/228/285 (142,5-142,5) MVA
Refrigeración	ONAN/ONAF/ODAF
Tensión de Servicio:	
Primario	220 kV
Secundario	30 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Grupo de conexión	YNd11d11
Altitud (msnm)	< 1000 m
Instalación	Intemperie
Temperatura máxima de operación	40° C
Clase de protección contra corrosión	C4
Color	RAL 7030
	Tensión primaria de aislamiento
Primario	245 kV
Neutro del primario	72,5 kV
Secundario	36 kV
	Tensión de ensayo 50 Hz 1min
Primario	460 kV
Neutro del primario	140 kV
Secundario	70 kV
	Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 ms)
Primario	1.050 kV
Neutro del primario	325 kV
Secundario	170 kV

Núcleo: Chapa de acero al silicio de grano orientado aislada con esmalte por cada cara. La forma constructiva del núcleo será de 3 columnas.

Devanados: Los devanados de alta y de baja estarán realizados en cobre.

3.4.2. Condiciones de operación

Los transformadores deberán suministrar su potencia nominal, para una tensión en bornas de Alta Tensión entre el 95 % y el 105 % de la tensión nominal, con un factor de potencia en la red de 0,9 o más alto, sin que se sobrepasen los siguientes valores de calentamiento:

Capa superior del aceite	60° C
Cobre, valor medio	60° C
Cobre, punto más caliente	78° C

Los transformadores deberán ser capaces de funcionar continuamente a plena carga con una sobreexcitación del 10%.

Los transformadores deberán estar diseñados para soportar sin daño, en cualquiera de las tomas, las solicitaciones mecánicas y térmicas producidas por un cortocircuito trifásico en bornas de BT durante al menos 2 s.

3.4.3. Accesorios

3.4.3.1. Cuba

La cuba del transformador deberá soportar, sin sufrir deformaciones permanentes, una presión 25% mayor que la presión máxima de trabajo resultante del sistema de preservación de aceite utilizado, así como soportar el vacío absoluto en su interior para el llenado de aceite.

La unión entre la parte superior e inferior de la cuba del transformador será atornillada.

El transformador dispondrá de los registros necesarios para montaje y conexión de las bornas y acoplamiento del mando del conmutador de tomas de vacío.

Las bridas para bornas, tapas, registros y demás accesorios atornillados deberán diseñarse de forma que la junta de estanqueidad no quede expuesta a la intemperie, e irán provistas de superficies de asiento que impidan el aplastamiento de dicha junta.

La cuba del transformador debe incorporar los siguientes elementos:

- Válvula de sobrepresión
- Placas de puesta a tierra
- Placa de características
- Válvulas de aceite de la cuba
- Juego completo de juntas

3.4.3.2. Aceite dieléctrico

Se suministrará un llenado completo de aceite dieléctrico en obra. El aceite será mineral, sin aditivos y de acuerdo con la norma CEI 60296.

3.4.3.3. Elementos de traslación, suspensión y elevación

El transformador deberá estar provisto de los siguientes elementos:

- Carretón de transporte orientable en dos direcciones perpendiculares con ruedas de una sola pestaña (indicar distancias requeridas entre carriles).
- Ganchos de arrastre en ambas direcciones y sentidos de traslación.
- Ganchos para suspensión del transformador completo.
- Cáncamos para suspensión de la parte superior de la cuba.
- Apoyos para elevación por gatos hidráulicos.
- Accesorios para transporte por carretera.

3.4.3.4. Bornas

Se suministrarán 3 bornas de A.T., 1 de neutro de A.T. y 3 de M.T. Las bornas de A.T. serán de tipo condensador. Las de M.T. serán de porcelana esmaltada.

Las bornas deberán tener una intensidad nominal un 20% superior que la de su devanado y deberán ser capaces de soportar la sobrecarga e intensidad de cortocircuito especificada para el transformador.

Las bornas estarán de acuerdo con el nivel de aislamiento especificado para cada arrollamiento. La longitud específica de la línea de fuga de las bornas no deberá ser inferior a 25 mm/ kV.

El diseño de las bornas y del transformador deberá permitir la instalación y sustitución de las mismas sin que esto requiera reducir el nivel de aceite de la cuba por debajo del nivel de los arrollamientos.

Se deberán incluir los elementos de fijación necesarios para la bajada desde la borna de neutro hasta una grapa de puesta a tierra.

3.4.3.5. Equipo de conservación de aceite

El transformador deberá estar provisto de un sistema de conservación del aceite sellado de la atmósfera compuesto por:

- Depósito de expansión
- Deshidratador de aire
- Indicador de nivel de aceite con contactos de alarma por alto y bajo nivel
- Relé Buchholz con contactos de alarma y disparo

3.4.3.6. Conmutador de tomas en carga

Se proveerá un conmutador de tomas en carga tipo Jansen en el arrollamiento de alta tensión con un margen de variación de las tomas mínimo entre +15% y -15% distribuido en tomas del 1,5%. Todas las tomas estarán previstas para la potencia nominal del transformador. El conmutador de tomas deberá disponer de su propio relé de sobrepresión.

Se suministrará el motor actuador del conmutador de tomas completamente montado en un armario de control local con su correspondiente interruptor automático, térmico y contactor. El actuador se podrá maniobrar localmente mediante pulsadores o remotamente desde sala de control, para lo que incluirá un selector local-remoto.

Se proveerá una indicación local y remota de posición de toma, actuador en marcha y actuador en defecto.

El sistema permitirá el control local manual de la posición del conmutador mediante manivela. El actuador irá provisto de un indicador mecánico de posición de aguja o similar.

3.4.3.7. Instrumentos de medida de temperatura

El transformador estará provisto de los siguientes instrumentos:

- Un termómetro de temperatura del aceite de la capa superior y aguja indicadora de temperatura máxima. Dispondrá de cuatro contactos independientes ajustables para control de los ventiladores, alarma y disparo, normalmente abiertos.
- Dos detectores de temperatura de la capa superior de aceite tipo Pt 100.
- Dispondrá de imagen térmica que represente la temperatura del punto caliente del transformador.

3.4.3.8. Equipo de refrigeración

El sistema de refrigeración se basará en radiadores de aceite adosados a la cuba del transformador, divididos en dos grupos uno a cada lado de la cuba.

El sistema de refrigeración será ONAN/ONAF. Se incluirá el número de ventiladores necesario y el cuadro de control necesario, situado junto al transformador.

Los radiadores deberán poder ser desmontados sin que se produzcan pérdidas del aceite de la cuba, disponiendo para ello de las correspondientes válvulas, y deberán estar provistos de tapones de purga y vaciado, así como de cáncamos de suspensión.

Los radiadores deberán estar diseñados para soportar las mismas condiciones de presión y vacío especificadas para la cuba.

Las bombas ODAF, cerca de cada bomba, en el mismo colector, se instalará un indicador de flujo de aceite, equipado con un contacto de señalización NO / NC (indicador de flujo normalmente abierto / normalmente cerrado), cableado al sistema de control.

Se deben prever válvulas en ambos lados de una combinación de "bomba - indicador de flujo", lo que permite el reemplazo sin ningún derrame de aceite y sin drenar el tanque principal.

Cada bomba tendrá una bomba redundante, puesta en paralelo. Las bombas que no estén funcionando permitirán un flujo de aceite libre.

Cada bomba se conecta individualmente al armario de control y se protege mediante un interruptor automático magnetotérmico.

Cuando una bomba falla, el contacto de señalización NO / NC o de disparo del magnetotérmico correspondiente dará una alarma y el cambio de bomba se realizará automáticamente.

Las bombas deben tener una placa de características que indique marca, tipo, características eléctricas, capacidad de flujo y velocidad de rotación.

3.4.3.9. Transformadores de intensidad

El transformador llevará montado en el neutro de alta tensión un transformador de intensidad tipo bushing. de relación 150/ 5A, 20VA 5P20.

3.4.3.10. Armario de centralización de bornas

El transformador estará provisto de un armario que incluya la centralización de bornas de los aparatos de supervisión y el control de los ventiladores, anexo a la cuba del transformador.

El armario irá alimentado con tensión de 400 V 50 Hz, tendrá un grado de protección IP 55, y estará provisto de resistencias de caldeo controladas por un termostato de ambiente, toma auxiliar de fuerza y alumbrado interior.

3.5. APARAMENTA DE 30 kV

3.5.1. Embarrado rígido

Se instalará UN (1) embarrado rígido por cada devanado (2) de salida del transformador principal con las siguientes características:

Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	30 kV
Tensión primaria de aislamiento	36 kV
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min:	70 kV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 μ s):	170 kV
Intensidad nominal:	2.742 A
Intensidad de cortocircuito (1s)	25 kA

Los embarrados se realizarán con tubo de las siguientes características:

Aleación	E-ALMgSi0,5, F22
Diámetro exterior (D) interior (d)	120/ 104 mm
Intensidad admisible (85°C)	3.671 A.

A cada embarrado se conectarán los siguientes equipos:

3.5.2. Autoválvulas

TRES (3) autoválvulas de 36 kV con las características especificadas a continuación.

Normativa aplicable	UNE-EN 60099-4:2005
Instalación	Exterior
Tipo de neutro	Aislado
Tensión nominal (Ur)	36 kV
Tensión de operación continua (Uc):	28,8 kV
Tensión de operación temporal (10s):	38,9 kV
Tensión residual 8/20 μ s (10 KA)	86,4 kV
Corriente de descarga asignada	10 KA

3.5.3. Reactancia de puesta a tierra

UNA (1) reactancia de puesta a tierra en zig-zag con las siguientes características:

3.5.3.1. Características

Normativa aplicable	UNE-EN 50464-1:2010
Núcleo	Chapa de acero al silicio de grano orientado
Devanados	Cobre
Aislamiento	Aceite mineral
Instalación	Intemperie
Refrigeración	ONAN
Frecuencia nominal	50 Hz
Grupo de conexión	Zo
Intensidad de defecto a tierra	500 A
Servicio	30 segundos
Protección contra corrosión	C4
Color	RAL 7030

3.5.3.2. Accesorios

La reactancia se suministrará equipada con los siguientes elementos:

Bornas:

Las bornas serán de porcelana esmaltada fabricadas en una sola pieza y estarán montadas sobre la tapa superior del transformador.

Cuba:

La cuba será hermética sin conservador. En caso necesario estará provista de aletas de refrigeración. La unión entre la parte superior e inferior de la cuba del transformador será atornillada.

Todas las superficies metálicas irán protegidas contra la corrosión y pintadas de acuerdo con el estándar del fabricante.

Las bridas para bornas, tapas, registros y demás accesorios atornillados estarán diseñados de forma que la junta de estanqueidad no quede expuesta a la intemperie, e irán provistas de superficies de asiento que impidan el aplastamiento de dicha junta.

La cuba incorporará los siguientes elementos:

- Tomas de puesta a tierra
- Placa de características
- Tubo de llenado de aceite
- Tapón de vaciado de aceite
- Aceite dieléctrico de acuerdo con CEI 296

Relé de protección:

La reactancia estará provista de un equipo integrado de protección de transformadores herméticos.

Transformadores de intensidad:

La reactancia estará provista de transformador de intensidad tipo bushing en las fases y en el neutro. Las características del transformador son las siguientes:

- Relación: 300 / 5 A
- Potencia: 20 VA
- Clase: 5P20

Elementos de traslación y elevación

Los equipos estarán provistos de los siguientes elementos:

- Orejas de arrastre del transformador.
- Ganchos para suspensión del transformador completo.
- Cáncamos para suspensión de la parte superior de la cuba.

3.5.4. Conexiones

Se incluyen las interconexiones con cable aislado de 30 kV.

Las conexiones a las cabinas de 30 kV se realizarán con conectores enchufables de acuerdo con la norma UNE 211028:2013, mientras que las conexiones al embarrado de 30 kV y a la reactancia se realizará con botellas de exterior de acuerdo con la norma UNE 211027:2013.

3.5.5. CABINAS DE 30 kV

CUATRO (4) conjuntos de cabinas modulares aisladas en SF₆ con las siguientes características generales:

Normativa aplicable (general)	UNE-EN 62271-200:2012
Normativa aplicable (interruptor)	UNE-EN 62271-104:2015
Normativa aplicable (seccionador)	UNE-EN 62271-102:2005
Normativa aplicable (Grado de protección IP)	UNE-EN 20324
Normativa aplicable (Grado de protección IK)	UNE-EN 50102
Tensión de servicio	30 kV
Tensión asignada	36 kV
Numero de fases	3
Frecuencia asignada	50 Hz
Intensidad nominal embarrado (B1 y B3)	1.712 A
Intensidad nominal embarrado (B2 y B4)	1.027 A
Intensidad de corta duración (1 s)	25 KA
Intensidad de cortocircuito (valor de cresta)	63 KA
Temperatura ambiente máxima	+40° C
Temperatura ambiente mínima	-5° C
Instalación	Interior IP65
Aislamiento	SF ₆
Tensión auxiliar de mando	125 V c.c.
Tensión auxiliar de iluminación	220 V c.a.

3.5.5.1. Cabina de salida a transformador

UNA (1) cabina equipada con los siguientes accesorios:

En embarrados B1 y B3:

- 1 interruptor automático tripolar 2000 A 25 KA con bobina de cierre y doble bobina de disparo y contactos auxiliares de posición
- 3 transformadores de intensidad:

Relación de transformación en los TI,	1000-2000/5-5-5 A
Secundario 1	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl. 0,2s
Secundario 2	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl.0,5-5P20
Secundario 3	Potencia: 5 VA
	Precisión: 5P20

- 3 transformadores de intensidad de relación:

Relación de transformación en los TI,	1000-2000/5 A
Secundario 1	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl. 0,2s

En embarrado B2 y B4:

- 1 interruptor automático tripolar 1250 A 25 KA con bobina de cierre y doble bobina de disparo y contactos auxiliares de posición
- 3 transformadores de intensidad:

Relación de transformación en los TI,	600-1200/5-5-5 A
Secundario 1	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl. 0,2s
Secundario 2	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl.0,5-5P20
Secundario 3	Potencia: 5 VA
	Precisión: 5P20

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) con contactos auxiliares (mínimo 3 NA +3 NC) y mando manual.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión.
- 1 analizador de redes.
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.
- Enclavamientos:
 - Bloqueo de maniobra del seccionador con interruptor cerrado.

- Bloqueo de apertura del cajón de media tensión con seccionador de puesta a tierra no conectado.
- Disparo y bloqueo del interruptor de 220 kV cuando cierra el seccionador de puesta a tierra.
- Un relé de protección digital multifunción programado con las siguientes funciones de control y protección:
 - Máxima intensidad instantánea de fases (50)
 - Máxima intensidad instantánea de neutro (50N)
 - Máxima intensidad de fases temporizada (51)
 - Máxima intensidad de neutro temporizada (51N)
 - Mínima tensión entre fases (27)
 - Sobretensión (59)
 - Máxima tensión homopolar (59N)
 - Máxima/mínima frecuencia (81M/81m)
 - Fallo interruptor (50S-62)
 - Supervisión de los dos circuitos de disparo del interruptor (3)
 - Osciloperturbógrafo (99)
 - Registro de eventos con fechado hasta el mseg
 - Unidad de control de posición (UCP) incluyendo mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Mímico local.
 - Indicación local y remota de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias...
 - Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y protocolo IEC 61850.

3.5.5.2. Transformador de medida de Tensión

- 3 transformadores de tensión colocados en las barras, con las siguientes características:

Relación de transformación en los TT	33:√3 kV / 110:√3- 10:√3-110:3 V
Secundario 1	Potencia: 10 VA
	Precisión: Cl. 0,2
	Conexión: estrella
Secundario 2	Potencia: 10 VA
	Precisión: Cl. 0,5-3P
	Conexión: estrella
Secundario 3	Potencia: 25 VA
	Precisión: Cl. 3P
	Conexión: triángulo abierto

- 3 transformadores de tensión colocados en las barras de B1 y B3, con las siguientes características:

Relación de transformación en los TT	33:√3 kV / 110:√3-110:√3 V
Secundario 1	Potencia: 10 VA
	Precisión: Cl. 0,2
	Conexión: estrella
Secundario 2	Potencia: 10 VA
	Precisión: Cl. 0,5-3P
	Conexión: estrella

De cada secundario en estrella se facilitarán dos salidas protegidas cada una por un interruptor automático tetrapolar y llevadas a bornas seccionables.

La salida del secundario en triángulo abierto irá conectada a una resistencia antiferroresonancia protegida por un interruptor automático bipolar, se facilitarán otras dos salidas protegidas cada una por un interruptor bipolar y llevadas a bornas seccionables.

Todos los interruptores automáticos tendrán contactos indicadores de posición NA+NC llevados a bornas.

3.5.5.3. Cabinas de salida a línea

OCHO (8) + (1R) cabinas en B1, TRES (3) + (1R) cabinas en B2 y B4 y SEIS (6) + (1R) cabinas en B3 equipadas con los siguientes accesorios:

- 1 interruptor automático tripolar 630 A 25 KA con bobina de cierre y doble bobina de disparo y contactos auxiliares de posición
- 3 transformadores de intensidad:

Relación de transformación en los TI,	300-600/5-5 A
Secundario 1	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl. 0,2s
Secundario 2	Potencia: 5 VA
	Precisión: Cl.0,5-5P20

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) con contactos auxiliares (mínimo 3 NA +3 NC) y mando manual.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión.
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.
- Enclavamientos:
 - Bloqueo de maniobra del seccionador con interruptor cerrado.
 - Bloqueo de apertura del cajón de media tensión con seccionador de puesta a tierra no conectado.

- Un relé de protección digital multifunción programado con las siguientes funciones de control y protección:
 - Máxima intensidad instantánea de fases (50)
 - Máxima intensidad instantánea de neutro (50N)
 - Máxima intensidad de fases temporizada (51)
 - Máxima intensidad de neutro temporizada (51N)
 - Sobretensión (59)
 - Máxima tensión homopolar (59N)
 - Fallo interruptor (50S-62)
 - Supervisión de los dos circuitos de disparo del interruptor (3)
 - Osciloperturbógrafo (99)
 - Registro de eventos con fechado hasta el mseg
 - Unidad de control de posición (UCP) incluyendo mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Mímico local.
 - Indicación local y remota de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias...
 - Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y protocolo IEC 61850.

3.5.5.4. Cabinas de transformador de SSAA.

Una (1) cabina equipada con los siguientes accesorios:

- 1 interruptor seccionador de mando manual de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) 36 kV 200 A con fusible de 20A.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Indicación y mando local de interruptor seccionador
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.

Nota: esta cabina solo se instalará en embarrado B1.

3.5.6. Transformador de servicios auxiliares.

Un (1) transformador trifásico con las siguientes características:

3.5.6.1. Características

Norma aplicable	UNE-EN 50464-1:2010
Aislamiento	Seco clase F
Instalación	Interior
Índice de protección	IP31
Refrigeración	Natural
Potencia nominal	150 KVA
Servicio	Continuo
Tensión primario/ secundario	30±2×2,5%/0,42 kV
Relación de transformación	Dyn11

Impedancia de cortocircuito	4%
Categoría climática	C2
Resistencia a la humedad	E2
Resistencia ante la llama	F1

3.5.6.2. Accesorios

El transformador se suministrará equipado con los siguientes accesorios:

- Envolvente metálica IP31 RAL 7035 con cerradura enclavada con el seccionador de la cabina de SS.AA.
- Cáncamos de elevación del transformador y su envolvente
- Agujeros de arrastre en el chasis
- Tomas de puesta a tierra del núcleo
- Placa de características en acero inoxidable
- Conjunto de tres sondas Pt100, una por fase, conectadas a un aparato indicador digital de medida de temperatura montado en la envolvente. El cableado de conexión será apantallado y la pantalla puesta a tierra en uno de los lados.

3.6. CONTROL, MEDIDA Y PROTECCIONES

El suministro estará formado por los siguientes elementos:

3.6.1. Medida fiscal

CUATRO (4) armarios de medida fiscal de energía de tipo I conforme al RUPM y las ITCs en vigor.

Los puntos de medida estarán ubicados en cada celda de MT de Transformador y corresponde al punto de medida principal y redundante de especial distribución de:

- PFV Morena (30 kV, 84,55 MW)
- PFV Rececho (30 kV, 50,73 MW)
- PFV Mástil (30 kV, 84,55 MW)
- PFV Postor (30 kV, 50,73 MW)

Cada punto de medida incluye los siguientes equipos:

- Bloques de pruebas precintables homologados de REE.
- Contadores-registradores para medida a cuatro cuadrantes en trifásica desequilibrada a cuatro hilos clase 0,2s para activa y 0,5 para reactiva, homologados por REE. Dispondrán de alimentación auxiliar exterior y de dos puertos de comunicación de acceso simultáneo: P1 GSM para acceso telefónico y P2 para acceso vía Ethernet.
- Módem telefónico GSM multipunto para acceso telefónico del SIMEL.
- Concentrador de medidas/ Gateway para salida en Modbus TCP hacia la unidad de control de subestación

Los contadores se suministrarán ajustados y verificados.

Toda la instalación de medida y de comunicaciones asociadas cumplirá con los requisitos para el alta en el SIMEL y deben facilitarse los protocolos necesarios para la solicitud de dicha alta.

3.6.2. Control y protección de subestación

Se incluyen los siguientes armarios de control y protecciones de subestación:

- UN (1) armario de control y protección de transformador
- UN (1) armario de control y protección de línea
- UN (1) armario de unidad de control de subestación
- UN (1) SCADA de subestación
- UN (1) armario repartidor de F.O. de línea

3.6.2.1. Control y protección de transformador

El armario de control y protección de transformador irá equipado con:

- Protección principal/secundaria de trafo (PP/T1-PS/T1): son dos relés idénticos de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial de trafo (87T) y neutro (87N) de tres devanados, también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad de fases por cada uno de los devanados del trafo (50/51) y sobreintensidad de neutro (50/51N). El disparo será trifásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección reactancia (PR/Y): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de relé de sobreintensidad (50/51 TZ, 50/51N TZ) de tres fases y neutro para la protección instantánea de las reactancias de puesta a tierra del sistema de 30 kV. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Regulador de tensión (REG/Y): Incluye la función de regulación de tensión de los transformadores de potencia (90) a partir del control del cambiador de tomas. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Relé maestro (86/T1) de bloqueo con rearme local y remoto por actuación de las protecciones de máquina y diferencial.
- Relé maestro (86X/T1) de disparo y bloqueo con rearme local y remoto por actuación de fallo interruptor en cualquiera de los interruptores adyacentes al trafo.
- Un switch ethernet capa 2, con al menos 2 puertos libres de reserva.

El sistema de protección está formado por dos canales completamente independientes y redundantes, cada uno con su propio juego de baterías, su relé de protección y su relé maestro, y disparando sobre una bobina independiente.

3.6.2.2. Control y protección de posición de línea

Un armario de control y protección de línea que incluye:

- Unidad de control de posición (UCP/L1): Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, incluyendo

mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Indicación local de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias. La función de supervisión de las bobinas de disparo (3) se integrará también dentro de este equipo. Mímico local. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.

- Protección principal de línea (PP/L1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial (87L) y distancia (21), también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad direccional de neutro (67N) y función de reenganche (79) siendo el reenganche tipo monopolar. El disparo será monofásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección secundaria de línea (PS/L1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial (87L) y distancia (21), también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad direccional de neutro (67N), sobretensión en valores fase-neutro (59) y función de reenganche (79) siendo el reenganche tipo monopolar. El disparo será monofásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección de fallo interruptor (PI/1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de fallo interruptor (50S-62) y función de sincronismo (25), también contará con las siguientes funciones adicionales: mínima tensión (27) y discordancia de polos (2). Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Relé de disparo y bloqueo con rearme local y remoto en caso de fallo del interruptor (50S-62X/1).
- Relés replicadores de señales para emisión y recepción de teledisparo (94TD/L1 y 94TDE/L1) con la subestación remota.

El sistema de protección de la línea está formado por dos canales completamente independientes y redundantes, cada uno con su propio juego de baterías, su relé de protección y su relé maestro, y disparando sobre una bobina independiente.

Los relés de protección diferencial de línea que se instalen serán del mismo modelo que los instalados en la subestación remota.

3.6.2.3. Unidad de control de subestación

Se instalará una unidad de control de subestación (UCS) que dispondrá de:

- Una Unidad de Control de Subestación (UCS), incluirá comunicación con los SCADA de cada parque fotovoltaico mediante protocolo a definir, puertos para comunicación con concentrador de medidas de los distintos parques fotovoltaicos, comunicación con el concentrador de medidas de los contadores para lectura mediante protocolo Modbus TCP.
- Un Interfaz Hombre-Maquina (HMI), desde el HMI se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.
- Un reloj de sincronización por satélite (GPS), dotado con antena. Los equipos de protección se sincronizarán mediante protocolo IRIG-B.
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares.
- Dos switches de capa 2 para comunicación con los equipos mediante IEC61850.

3.6.2.4. SCADA de subestación

Incluye una estación de trabajo completa en la subestación con todo el SW necesario para la programación de los relés de protección, los contadores, la UCS y las pantallas del SCADA de subestación.

Se incluirá al menos una pantalla de 220 kV y transformador y otra de 30 kV por cada parque fotovoltaico, más dos pantallas de SS.AA., arquitectura de red de comunicaciones, alarmas y eventos. Dichas pantallas permitirán:

- Mando de los interruptores de A.T. y M.T., y de los seccionadores motorizados, mediante orden de apertura y cierre. Los enclavamientos de seguridad necesarios se encontrarán a nivel de UCP. Para el mando existirán dos modos de operación: Local y remoto. La selección se hará en el propio aparato a través de un mando local-remoto.
- Monitorización de las medidas de tensión, corriente, potencia activa y reactiva, frecuencia y factor de potencia de cada posición, incluso históricos.

- Monitorización del estado de los interruptores de los cuadros de servicios auxiliares, las baterías, sistema contra incendios y otros equipos auxiliares.
- Mando de los interruptores de acometida de servicios auxiliares
- Monitorización del estado de los relés de protección de transformador principal y de línea e indicación de sus disparos.
- Mando y monitorización del regulador de tomas en carga.
- Alarmas y registro de eventos con fechado hasta el mseg.
- Registro de tendencias de medidas analógicas con lectura cada minuto.

3.6.3. Características constructivas comunes

3.6.3.1. Armarios

Armarios metálicos con estructura de perfiles laminados de 3 mm de espesor y chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo. Dispondrán de cáncamos de elevación, zócalo metálico de 200 mm y sus anclajes de fijación al suelo.

Dimensiones:	800 x 800 x 2000 mm.
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035.
Grado de protección	IP53

Deberán pintarse los bordes de los cortes que se realicen en la chapa. Los armarios sólo tendrán acceso frontal (no trasero) y dispondrán de bastidor pivotante con rack de 19" de 40 módulos.

La puerta delantera de los armarios tendrá una ventana de metacrilato de 2 mm de espesor y protegido con una junta de goma, bisagras ocultas para apertura a 135° como mínimo y cerradura con llave.

La entrada de cables será por la parte inferior de los armarios. Se dispondrán perfiles para el amarre de los cables.

Los armarios llevarán una barra de tierra de cobre electrolítico de 50 mm². Todas las partes metálicas no portadoras de corriente se conectarán a dicha barra.

Los armarios irán dotados de resistencia anticondensación accionada por termostato, alumbrado interior accionado por final de carrera en puerta y toma de corriente monofásica tipo Schuco. Dichos elementos se alimentan a 220 V 50 Hz desde un mismo interruptor de 16A.

Los relés de protección, switches y equipos de control principales se montarán en el bastidor giratorio. Bornas, automáticos, relés auxiliares y resto de elementos se montarán en el interior del armario.

Los equipos montados en los armarios se identificarán por medio de rótulos tanto interior como exteriormente. Los rótulos exteriores serán de plástico negro con letras de 6 mm en blanco, e irán sujetos con remaches de plástico.

Los textos indicarán los números de las funciones de protección realizadas por cada relé. Además, cada armario llevará un rótulo en la parte superior de plástico negro con letras de 30 mm en blanco con la designación del mismo.

3.6.3.2. Bornas y cableado

Los armarios deberán suministrarse completamente cableados hasta las regletas terminales. Todos los contactos de los relés estarán cableados hasta las regletas terminales, sean o no utilizados. No se podrán conectar más de dos cables a un mismo punto de conexión, en caso de que sea necesario se utilizarán regletas puenteables.

Todo el cableado deberá hacerse en el interior de canaletas provistas de tapas desmontables. Se dejará un 20% de espacio de reserva en las canaletas.

Todos los conductores tendrán sus dos extremos identificados y llevarán terminales de compresión. No se admitirán empalmes de cables ni encintados para restaurar el aislamiento.

El cableado interno se realizará con conductores de cobre especial para cableado de cuadros con aislamiento de PVC color gris para 750 V resistente a la llama según IEC 332. Las secciones mínimas a emplear serán las siguientes:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| • Cableado de control | 1,5 mm ² |
| • Circuitos de fuerza y alumbrado | 2,5 mm ² |
| • Circuitos de tensión | 2,5 mm ² |
| • Circuitos de corriente | 4 mm ² |

Para los cables de mando, señalización y control, así como los de alumbrado y fuerza se emplearán bornas de paso 8 con tornillos de apriete y montaje sobre perfil normalizado, tipo Phoenix o similar.

Para los circuitos de medida de tensión y de intensidad se emplearán bornas de paso 8 seccionables con tornillos de apriete y montaje sobre perfil normalizado, tipo Phoenix o similar.

Los regleteros de bornas se montarán sobre carril DIN y estarán situados a 250 mm del suelo como mínimo. Entre las bornas y las canaletas deberá hacer una distancia mínima de 6 cm. Se dispondrá de un 10 % de bornas de reserva por armario.

3.6.4. Sistema de control de parques fotovoltaicos

Se prevé espacio para la ubicación en la subestación de los equipos de control y monitorización de los distintos parques fotovoltaicos. Se prevé la instalación de los siguientes armarios, uno por parque:

- Analizador de redes (AR) conectado a TIs y TTs de 30 kV para medida de potencia activa y reactiva generada. Dichos equipos se instalarán en la sala eléctrica correspondiente.
- Armario de control de parque fotovoltaico (Power Plant Controller), incluyendo en su interior autómata de control suministrado para el control del parque. Dichos armarios se instalarán en sala de control climatizada.

Asimismo, se prevé la instalación de un armario donde se agrupen los repartidores de fibra óptica que van a cada parque fotovoltaico. Se estima que serán necesarios un máximo de 3 repartidores de 24 fibras por parque.

3.7. SERVICIOS AUXILIARES

Se incluyen los siguientes equipos de servicios auxiliares:

3.7.1. Armarios de rectificador y baterías de 125 V c.c.

DOS (2) armarios rectificadores con las siguientes características:

Norma aplicable	IEC 62040-1 IEC 60947-6
Tensión de entrada	230- 400V
Tensión de salida	125 V c.c.
Rizado	1%
Intensidad nominal del rectificador	60 A c.c.
Grado de protección	IP 22
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035

Cada armario incluirá los siguientes accesorios:

Cuadro de control frontal con lámparas de señalización, y voltímetro y amperímetro de salida analógicos.

Detector de aislamiento a tierra preparado para el funcionamiento en paralelo de ambos rectificadores.

Puerto Ethernet con comunicación Modbus TCP

Contactos de alarma de los siguientes defectos:

- Fallo de aislamiento de tierra
- Máxima y mínima tensión
- Pérdida de alimentación de c.a.
- Defecto del rectificador

Cada armario rectificador irá asociado a un conjunto de baterías con las siguientes características:

Normativa aplicable	IEC 60623
Baterías	Ni-Cd
Tensión de flotación	1,40-1,42 V
Tensión de carga rápida	1,45-1,50 V
Número de elementos	92
Capacidad nominal de baterías	240 Ah

Las baterías irán montadas en bancadas metálicas e instaladas en salas climatizadas y debidamente ventiladas.

3.7.2. Armarios de servicios auxiliares

3.7.2.1. Alcance

Se instalarán los siguientes armarios de servicios auxiliares, cuyos esquemas unifilares se definirán en fase de proyecto.

Un (1) Cuadro General de C.A., $I_n=400$ A e $I_{cc}=15$ kA, con acometida a tres hilos y neutro desde el transformador de SS.AA. dotada de interruptor tetrapolar de protección de 320 A, medida de tensión de barras local (voltímetro) y remota (convertidor 4-20 mA), y salidas a definir en fase de proyecto, incluyendo al menos un 20% de reservas. Todos los automáticos irán dotados de contactos de posición auxiliares sacados a bornas. El régimen de neutro del sistema de 400 V será TN-S

Un (1) Cuadro General de C.C., $I_n=50$ A e $I_{cc}=6$ kA, con acometida proveniente del armario rectificador de 125 V. Las barras dispondrán de medida de tensión en barras local (voltímetro) y remota (convertidor 4-20 mA), y salidas a definir en fase de proyecto, incluyendo al menos un 20% de reservas. Todos los automáticos irán dotados de contactos de posición auxiliares sacados a bornas. El sistema de 125 V estará aislado de tierra en ambos polos.

3.7.2.2. Características constructivas

Armarios metálicos con estructura de perfiles laminados de 3 mm de espesor y chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo. Dispondrán de cáncamos de elevación, bancada metálica de 200 mm y anclajes de fijación al suelo.

Normativa aplicable	IEC 60439-1 IEC 60947-3
Dimensiones:	800 x 600 x 2000 mm.
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035.
Acceso	Frontal (únicamente)
Grado de protección	IP42
Compartimentación	2B

La entrada de cables será por la parte inferior de los armarios. Se dispondrán perfiles para el amarre de los cables.

Los armarios llevarán una barra de tierra de cobre electrolítico de 50 mm². Todas las partes metálicas no portadoras de corriente se conectarán a dicha barra.

Los interruptores irán montados de forma que sea posible operarlos manualmente desde el frente del armario.

El frente del armario incluirá un mímico y rótulos exteriores de plástico negro con letras de 6 mm en blanco.

Además, cada armario llevará un rótulo en la parte superior de plástico negro con letras de 30 mm en blanco con la designación del mismo.

El cableado se realizará con conductores de cobre especial para cableado de cuadros con aislamiento PVC para 750 V resistente a la llama. La sección mínima de los circuitos de fuerza y alumbrado será 2,5 mm².

Todo el cableado se hará en el interior de canaletas provistas de tapas desmontables. Se dejará un 20% de espacio de reserva en las canaletas.

Todos los conductores tendrán sus dos extremos identificados y llevarán terminales de compresión. No se admitirán empalmes de cables ni encintados para restaurar el aislamiento.

Los aparatos se montarán sobre carril DIN como mínimo a 250 mm de la base. Entre las bornas y las canaletas deberá hacer una distancia mínima de 6 cm. Se dispondrá de un 10 % de bornas de reserva por armario.

Los armarios de CA estarán provistos de unas bornas para conectar un grupo electrógeno portátil de manera fácil y accesible. También se tendrá que dejar una entrada disponible para el TSA de la subestación de Rececho I, como alimentación de respaldo en caso de fallo del TSA de la propia subestación.

3.7.3. Alumbrado y climatización

El alumbrado del parque de intemperie y del cuadro del transformador se realizará con proyectores orientables equipados con lámparas de vapor de sodio de alta presión, montados sobre estructura soporte.

El alumbrado de viales y de la entrada se realizará mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura. El encendido de este alumbrado se controla manual o automáticamente por medio de célula fotoeléctrica o interruptor horario a elección.

En el edificio de control se dispondrá de alumbrado normal y de alumbrado de emergencia tipo LED. Se realizará el estudio de alumbrado interior correspondiente.

En la sala eléctrica se dispondrá de ventilación forzada. En la sala de control se dispondrá de calefacción y aire acondicionado. En ambos casos se realizará el estudio de ventilación y climatización correspondiente.

3.7.4. Sistemas de seguridad

3.7.4.1. Centralita de alarmas

El edificio de la subestación se equipará con:

- Detectores de movimiento en cada habitación
- Detectores magnéticos de apertura en puertas y ventanas
- Pulsadores manuales de alarma de incendios
- Detectores ópticos e iónicos de humo según proyecto para alarma de incendios

Toda la instalación de seguridad se instalará bajo tubo de acero cincado.

Se instalará una centralita de alarma integrada contra incendios y contra intrusismo con las siguientes características básicas:

- Dispondrá de batería de alimentación independiente
- Interfaz telefónico para transmisión a central receptora
- Posibilidad de comunicación con Unidad de Control de Subestación
- Permitirá alarmas separadas de incendios y de intrusos, con un mínimo de 12 particiones.

3.7.4.2. Panoplia de riesgo eléctrico

UN (1) paneles de riesgo eléctrico con los siguientes elementos:

Banqueta y guantes aislantes de 36 kV

Pértiga de salvamento con unidad detectora de tensión hasta 36 kV

Placa de instrucciones de primeros auxilios

DOS (2) esquemas unifilares de la instalación enmarcados, uno por sala

Un (1) panel soporte de palancas y llaves de la subestación, anillados e identificados según corresponde.

Placas de aviso de riesgo eléctrico en puertas del edificio y en el vallado perimetral

3.7.4.3. Sistema contra incendios

El sistema contra incendios se definirá en fase de proyecto.

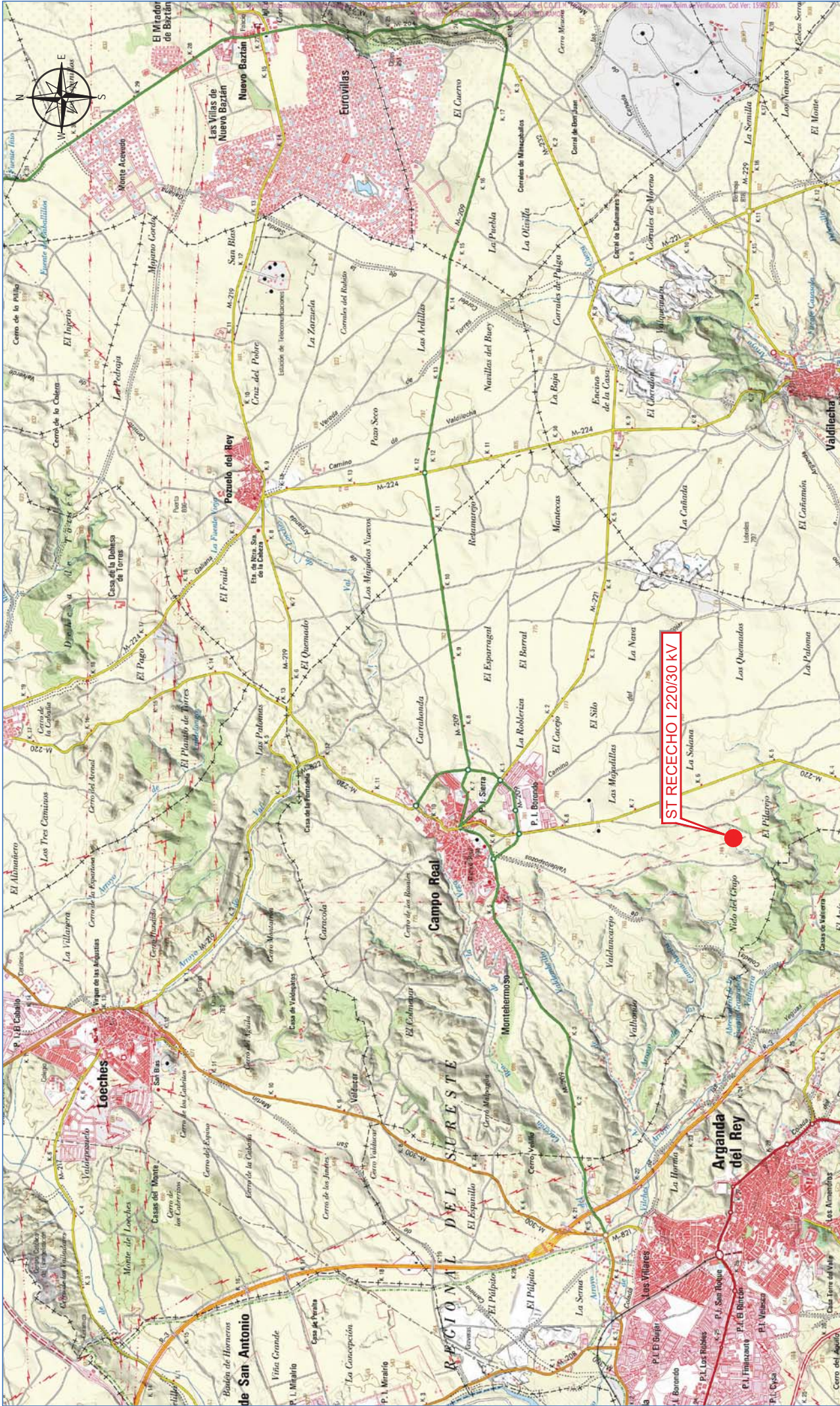
Se prevé la instalación de un conjunto de extintores de CO₂ y de polvo ABC según necesidad.



PROYECTO DE EJECUCIÓN

DOCUMENTO Nº 3.1:

PLANOS RECECHO I



REV:	PRIMERA EDICION	CLIENTE:	IGNIS		ESTADO:	ESCALA: 1:50.000	TAMANO: A3	FECHA: 29-05-2020		PROYECTO:	
	R1									ST RECECHO I 220/30 kV	
										NUDO SAN FERNANDO 400 kV	
										DIBUJADO: MGR	
REV:		ESTADOS Y PROYECTOS	SITUACION GEOGRAFICA	N° PLANO: SAN4-RE1-IGI-PLN-1001	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1	FECHA: 29-05-2020		DIBUJADO: MGR	
										REVISADO: JNR	
										APROBADO: JNR	
										FIRMA: JNR	

BASE	X (UTM)	Y (UTM)	Z
ST-1	467956.0346	4461700.6863	748.62
ST-2	467998.5233	4461669.6743	748.62
ST-3	467981.4258	4461646.2500	748.62
ST-4	467938.9410	4461677.2624	748.62

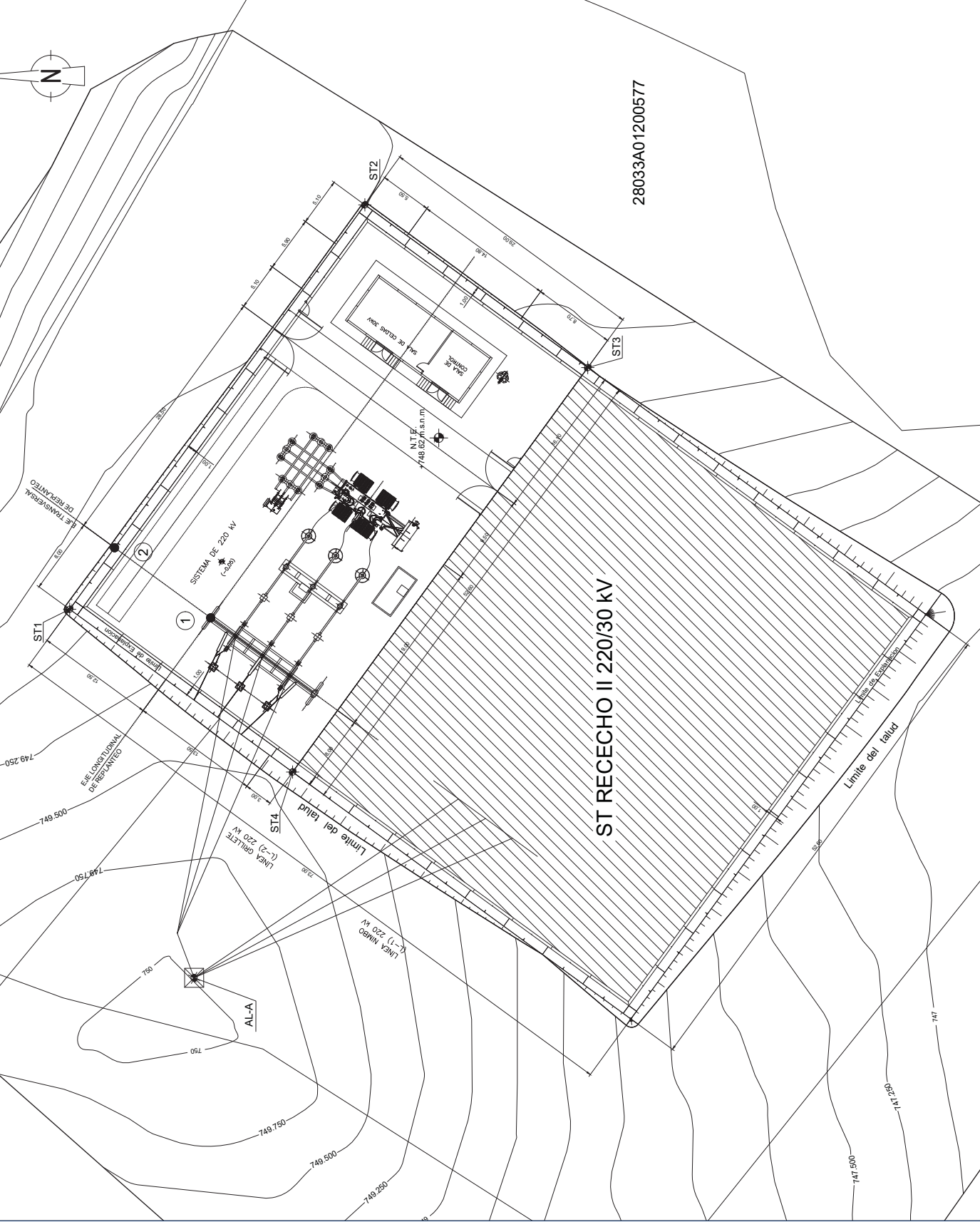
VÉRTICES EJES DE REPLANTEO


- ① 467955.1275 / 4461685.8743
- ② 467962.4962 / 4461695.9700

VÉRTICE APOYO LINEA 220 kV

- ④ A 467917.3190 / 4461687.6110

- 1.- COTAS Y ELEVACIONES EN m.
- 2.- LA COTA +748.47 m.s.n.m. (-0.15 DE PROYECTO), CORRESPONDE AL NIVEL DE TERRENO EXPLANADO.
- 3.- LA COTA +748.57 m.s.n.m. (-0.05 DE PROYECTO), CORRESPONDE A LA DE TERMINADO DEL PARQUE DE INTENPERIE.
- 4.- TALUDES:



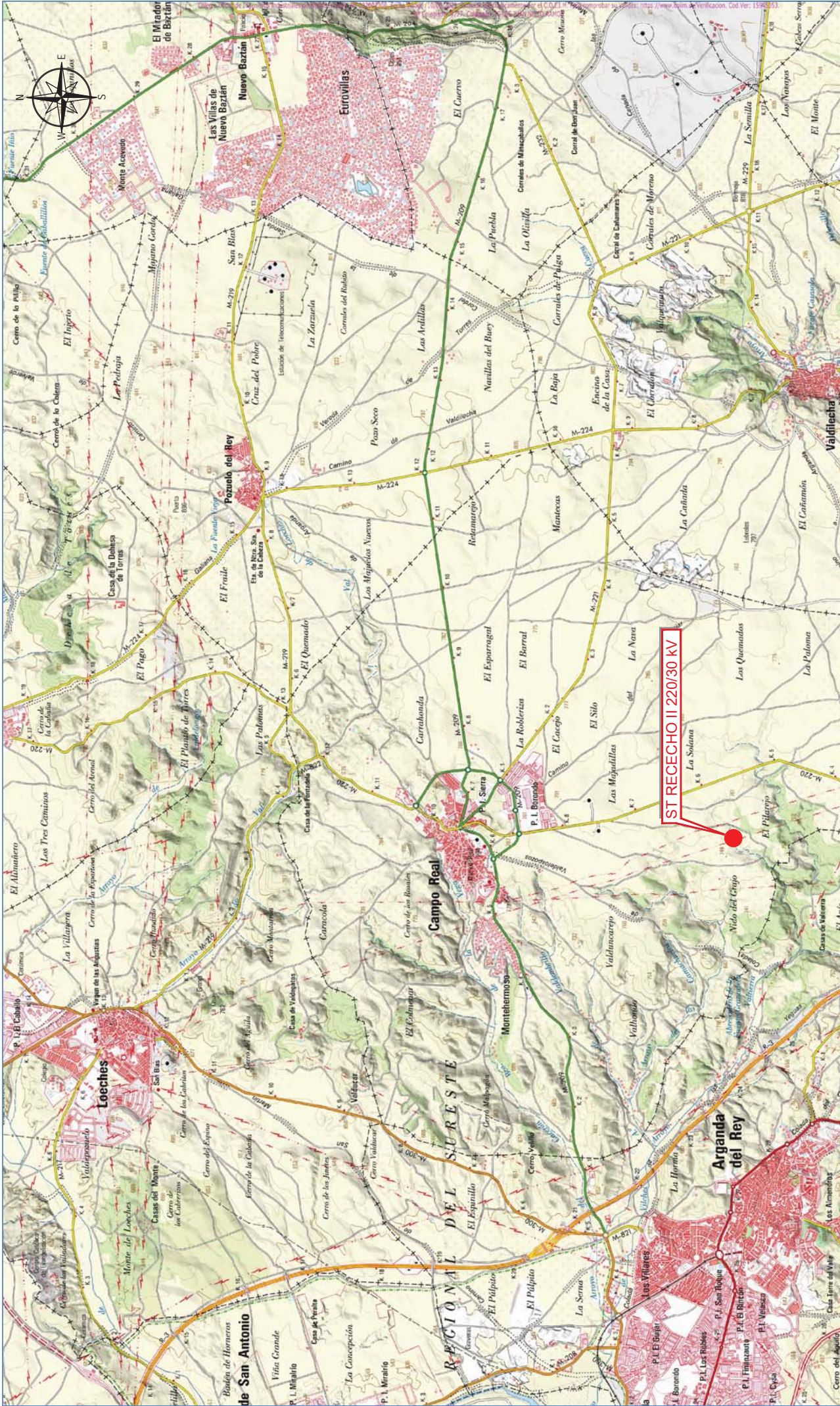
R/A	ACTUALIZACION NUMERO DE LINEAS DE APT	LOG.	JUNE	JUNE	30.04.2021
R/I	PRIMERA EDICION	DIB.	JUNE	JUNE	28.07.2020
REV.	DESCRIPCION:	DISE.	REC.	APR.	FECHA:
ESTADO: PRELIMINAR					
					
PROYECTO:					
ST RECIECHO I 220/20 IV NUEVO SAN FERNANDO 400 IV					
TITULO:					
IMPLANTACION EN ZONA DE EMPALZAMIENTO					
Nº PLANS:	S/N4-RE-I-GI-PUN-1005				
ESCALA:	1:200	TAMA	JUNE JUNE JUNE JUNE JUNE		
Escala: 1:200		A1	0 4,0 8,0 m		
			R/A		



PROYECTO DE EJECUCIÓN

DOCUMENTO Nº 3.2:

PLANOS RECECHO II



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



ST RECECHO II	
COM. AUTONOMA:	MADRID
PROVINCIA:	MADRID
TERMINO MUNICIPAL:	CAMPO REAL
PARAJE:	CARRAVEJEA
POLIGONO:	12
PARCELA:	577
REF. CATASTRAL:	28033A012005770000YG

COORDENADAS ETRS89/UTM Huso 30	
COORDENADAS DE EXPLANACION	
NºPUNTO	COORDENADA X
P1	467938,94
P2	467981,42
P3	467955,48
P4	467912,99
COORDENADAS PARCELA	
NºPUNTO	COORDENADA X
1	467929,37
2	468027,53
3	467974,81
4	467980,75
5	467884,00

COORDENADA Y	
	4461677,26
	4461646,25
	4461610,70
	4461641,72
COORDENADA Y	
	4461721,40
	4461677,69
	4461613,25
	4461562,31
	4461639,87

REV:	PRIMERA EDICION	29-07-20		29-07-2020		FIRMA:		ST RECECHO II 220/30 kV	
	DESCRIPCIÓN:	MGR	JNR	JNR	DIB:	REVISADO:	REVISADO:	NUDO LOECHES 400 kV	
								ESTUDIOS Y PROYECTOS	
								EMPLAZAMIENTO DE PARCELA	
TÍTULO:		ESTAD:		TAMAR:		FECHA:		Nº PLANO:	
				1:10000		29-07-2020		LOE4-RE2-IGI-PLN-1002	
				0 100 200 300 400 500				HOJA:	
								1	
								SIGUE:	
								-	
								R1	

VÉRTICES LÍMITE EXPLANACIÓN

BASE	X (UTM)	Y (UTM)	Z
ST-1	467938.9374	4461677.2624	748.62
ST-2	467981.4258	4461646.2500	748.62
ST-3	467955.4846	4461610.7091	748.62
ST-4	467912.9961	4461641.7213	748.62

*NOTA.-

SE EXPLANA UN SOBREENCHO DE 1 m. RESPECTO AL VALLADO, NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE RED DE PUESTA A TIERRA.

VÉRTICES F.I.S. DE REPI ANTEO

- ① 467930.0705 / 4461651.5451
- ② 467919.4567 / 4461637.0032

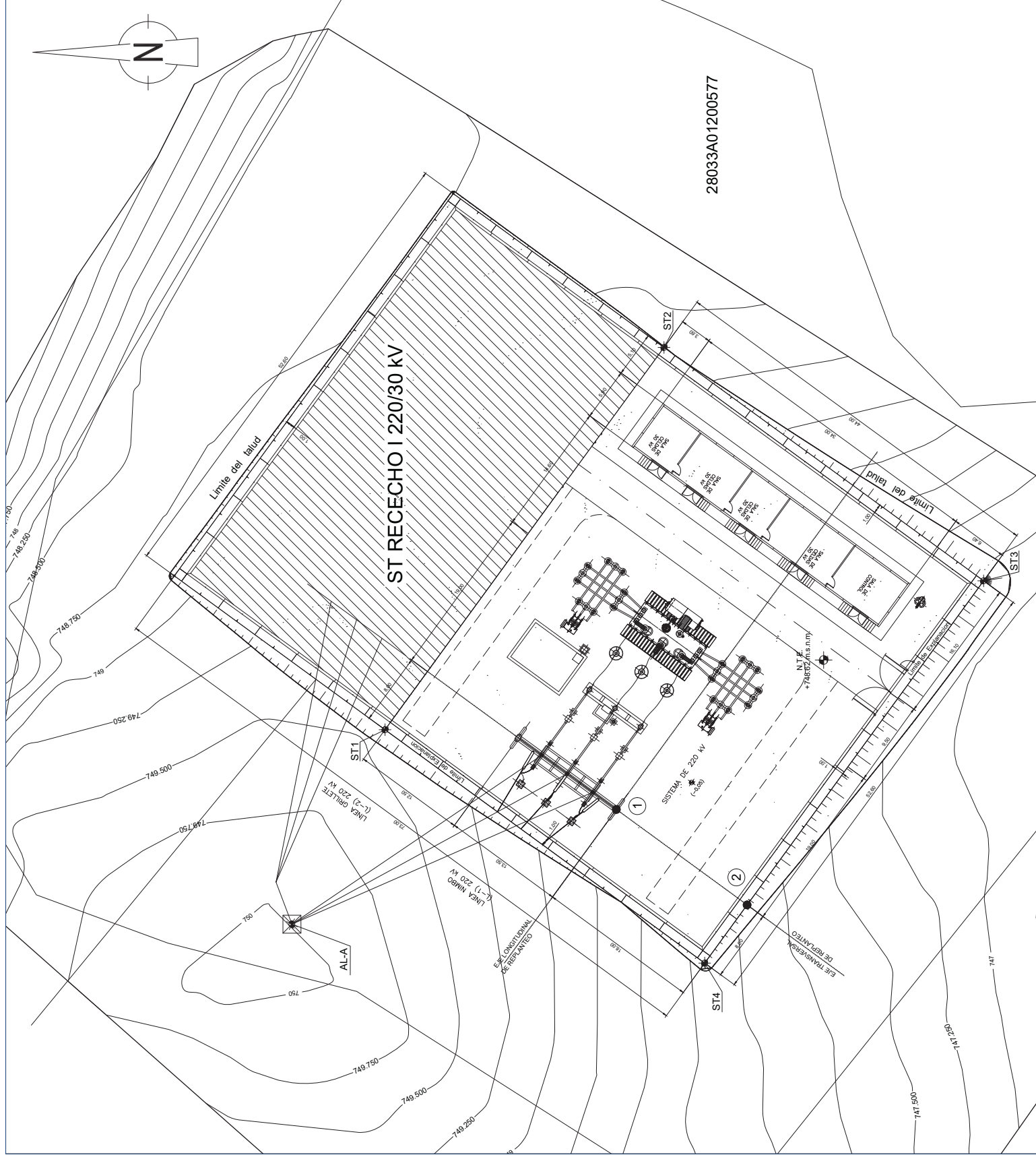
-EJE LONGITUDINAL SE REPLANTEARÁ TRAZANDO UNA PERPENDICULAR AL EJE TRANSVERSAL POR EL PUNTO 1.


VÉRTICE APOYO LINEA 220 kV

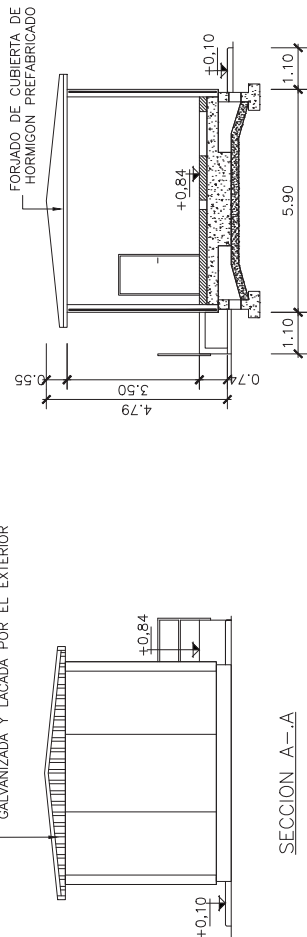
- ④ 467917 3190 / 4461687.6110

NOTAS

- 1.- COTAS Y ELEVACIONES EN m.
- 2.- LA COTA +748.47 msn.m. (-0.15 DE PROYECTO), CORRESPONDE AL NIVEL DE TERRENO EXPLANADO.
- 3.- LA COTA +748.57 msn.m. (-0.05 DE PROYECTO), CORRESPONDE A LA DE TERMINADO DEL PARQUE DE INTENSIFICACIÓN.
- 4.- TALUDES:
 - TERRAPIE: 2H/1V
 - DESMONTE: 2H/1V



ST RECIBO EL 22/03/20 K.V									
STUDY PROYECTOS									
INDUSTRIAL COTCHES 300 K.V									
<div> <div>  </div> <div> <div>PROYECTO:</div> <div>TÍTULO:</div> </div> </div>									
<div> <div> <div>IMPLANTACIÓN EN</div> <div>FECHA:</div> <div>28-07-2020</div> </div> <div> <div>DEPLAZAMIENTO</div> <div>FECHA:</div> <div>28-07-2020</div> </div> </div>									
Nº PLANO:		LOE-RE2-IGIPLAN-1005		ESCALA: 1:200		TAMA:		A: 4,00 m	
R1A		ACTUALIZACIÓN NÚMERO DE UNIDADES DE MAT		LOG		JUN		30.04.2021	
R1		PRIMARIA UNCIÓN		LOG		JUN		28.07.2020	
REV.		DESCRIPCIÓN:		DIB.		RED.		FECHA:	
ESTADO:		PRELIMINAR		DIB.		RED.		APR.	



SECCION A-A

SECCION B-B

[illegible]

LAAT 220 kV RECECHO – AP39 de la LAAT 220 kV PIÑÓN - NIMBO



PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

**TRAMO ST RECECHO – AP39 DE L/220 KV RECECHO –
NIMBO COINCIDENTE CON L/220 KV RECECHO - GRILLETE**

Término Municipal de Campo Real

(Provincia de Madrid)



Firmado por BLAZQUEZ GARCIA MARIA
INMACULADA - 46885278P el día 10/06/2021
con un certificado emitido por AC FNMT
Usuarios



6. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA

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

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	220
Tensión más elevada de la red (KV)	245
Categoría	Especial
Nº de circuitos	2
Número de cables de fibra óptica	1
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW tipo II-25kA
Número de cables de tierra convencional	1
Tipo de cable de tierra convencional	7N7 AWG
Número de apoyos	19
Longitud (km)	6,8
Provincias afectadas	Madrid
Zona de aplicación	ZONA B
Tipo de aislamiento	Vidrio
Apoyos	Torres Metálicas de Celosía
Cimentaciones	De zapatas individuales
Puesta a tierra	Anillos cerrados de acero descaburado

Ambos circuitos llevan el mismo conductor, con las características siguientes:

CIRCUITO 1

Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-455 CONDOR
Potencia máxima de diseño (MVA)	103,65
Origen	ST Rececho
Final	APOYO 39N de L/220kV Rececho - Grillete

CIRCUITO 2

Nº de conductores aéreos por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-455 CONDOR
Potencia máxima de diseño (MVA)	270,56
Origen	ST Rececho
Final	APOYO 40 de L/220kV Rececho - Nimbo

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO AÉREO

6.2.1. CONDUCTORES

El conductor a emplear en la construcción de la línea será de aluminio y acero recubierto de aluminio. A continuación, se definen sus principales características:

Tipo	DX CONDOR-ACSR-AW
Material	Aluminio – Acero recubierto
Diámetro (mm)	27,72
Sección total (mm ²)	454,5
Peso (daN/m)	1,49
Carga de rotura (daN)	12.400
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	6.900
Coeficiente de dilatación lineal (°C-1)	19,3·10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica con cc a 20°C (Ω/Km)	0,0718
Composición	54 + 7

6.2.2. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

El cable de tierra compuesto de fibra óptica OPGW a utilizar en la construcción de la línea tendrá las siguientes características:

Denominación	OPGW Tipo II 25 kA
Sección total (mm ²)	168,86
Diámetro total (mm)	18
Peso del cable (daN/m)	0,91
Carga de rotura	13.352
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	12.279
Coeficiente de dilatación lineal (°C-1)	14,8·10 ⁻⁶

6.2.3. CABLE DE TIERRA CONVENCIONAL

El cable de tierra convencional AWG a utilizar en la construcción de la línea tendrá las siguientes características:

Denominación	7N7 AWG
Sección total (mm ²)	73,87
Diámetro total (mm)	11
Peso del cable (daN/m)	0,491
Carga de rotura	8.645
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	16.170

Coeficiente de dilatación lineal ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) $13,0 \cdot 10^{-6}$

6.2.4. AISLADORES

Se utilizarán cadenas de aislamiento de vidrio compuestas por aisladores tipo U160BSP.

Denominación..... U160BSP
Paso (mm) 146
Diámetro (mm) 320
Línea de fuga (mm) 545
Carga mecánica (daN) 16.000
Unión normalizada IEC-60120 20
Tensión soportada a 50 Hz bajo lluvia (kV) 55
Tensión soportada Impulso tipo rayo en seco (kV) 140
Peso neto aproximado (kg) 8,3

6.2.5. HERRAJES

Los herrajes serán de acero galvanizado en caliente, y estarán adecuadamente protegidos frente a la corrosión. Éstos cumplirán lo indicado en la norma UNE 21 006.

La cadena de suspensión tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Yugo triangular
- Rótula de horquilla
- Horquilla bola
- Horquilla revirada
- Descargador superior
- Grapa amarre compresión

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es 32.000 daN.

La lista total de elementos que componen la cadena de amarre, así como sus características y material, se detallan en el documento Planos.

La cadena de amarre tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Yugo triangular
- Rótula de horquilla
- Horquilla bola
- Horquilla revirada
- Descargador superior

- Grapa amarre compresión

La carga de rotura mínima de la cadena de amarre es 33.000 daN.

La lista total de elementos que componen la cadena de amarre, así como sus características y material, se detallan en el documento Planos.

Los herrajes correspondientes al cable de fibra óptica y al cable de tierra convencional se detallan en su totalidad en el documento Planos.

6.2.6. SEPARADORES

Los separadores se utilizan para mantener las distancias entre conductores de una misma fase o subconductores del circuito, y garantizarán un perfecto servicio sobre cualquier condición climática. Responderán a lo reseñado en la UNE-EN 61 854:1999.

El separador ha de ofrecer, bajo las condiciones de servicio especificadas, entre otros, los siguientes requisitos:

- Mantener la separación entre subconductores en el lugar de aplicación del separador.
- Estar adaptados para su instalación fácil y segura evitando daños en los subconductores.
- Asegurar que los diferentes conductores no se aflojarán en servicio.
- Elasticidad para absorber las deformaciones por vibración, alteración del conductor por cortocircuito, cargas desequilibradas por formación de manguitos de hielo, etc.
- Ausencia de arcos debido a la continuidad eléctrica entre los elementos que la componen.
- Ausencia de efluvios y de perturbaciones.

Se instalarán separadores amortiguadores para una distancia fija entre conductores de 400 mm. Se trata de un separador lineal de cuerpo compuesto de material ligero resistente a la corrosión al igual que el componente elástico del mismo. Los tornillos de fijación de las grapas serán de acero galvanizado. En el interior de las mordazas del separador, y en contacto con el conductor, existe un inserto de neopreno que lo protege y actúa como absorbente de los movimientos de los conductores de las fases. Las mordazas se aprietan sobre el conductor utilizando un tornillo. El par de apriete será especificado por el fabricante.

Los separadores serán de aleación de aluminio.

6.2.7. EMPALMES

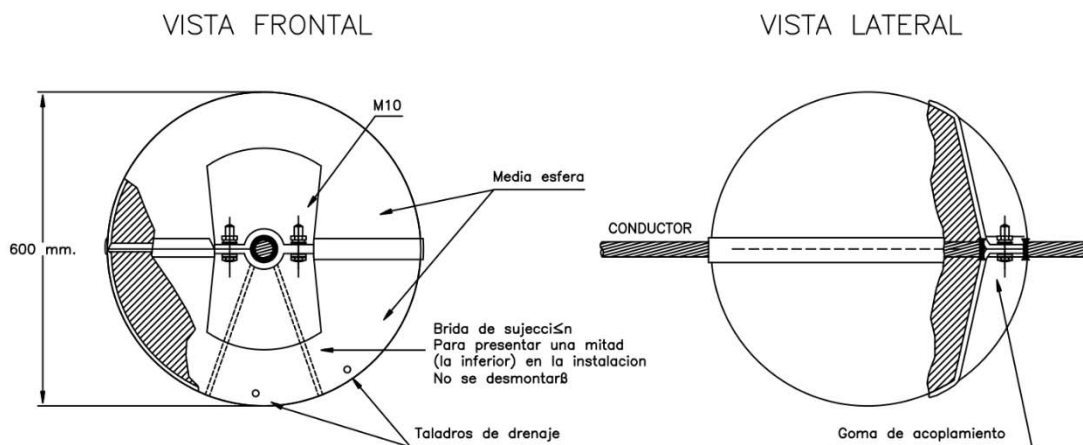
La unión de conductores y cables de tierra se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 95% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, igual o menor a la de un cable de la misma longitud.

Los empalmes del cable de tierra serán de acero inoxidable.

6.2.8. BALIZAS

Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra. Se colocarán para señalar la presencia de tendidos eléctricos en zonas con mayor densidad de tráfico aéreo, siguiendo los criterios siguientes:

- En vanos de cruce con autopistas y autovías, para prevenir accidentes de helicópteros que las recorren. Se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo.
- En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico aéreo se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 m. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo, quedando separadas en este caso 60 m. en cada hilo de tierra. En cualquier caso se cumplirá lo que especifique la autoridad en materia de navegación aérea.



6.2.9. PUESTA A TIERRA

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados en este proyecto, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Para el diseño de la puesta a tierra se tendrá en cuenta el efecto de los cables de tierra a lo largo de la línea

Para poder identificar los apoyos en los que se deben garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en el aptdo. 7.3.4.2 del ITC 07 se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación:

- **Apoyos Frecuentados.** Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que sólo se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.
- **Apoyos No Frecuentados.** Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Los apoyos de la línea cumplen las condiciones de No Frecuentados.

Por tanto, en este caso los apoyos no frecuentados con cimentación tipo patas separadas tendrán una puesta a tierra en cada pata mediante grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra. El sistema de puesta a tierra se muestra detallado en el documento Planos.

6.2.10. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según fabricante y el año de fabricación.

La placa de señalización de "riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura visible y legible desde el suelo, pero suficiente para que no pueda ser retirada desde el suelo (aprox. 4 m).

6.2.11. AMORTIGUADORES

En general, tal como expone el apdo. 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT, se recomienda que la tracción a temperatura de 15°C no supere el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

Será preciso un estudio de amortiguamiento que se solicitará al fabricante de los mismos para determinar el número real de amortiguadores y la colocación exacta de estos.

6.2.12. DISPOSITIVOS SALVAPÁJAROS

Según el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de Alta Tensión en su artículo 7 relativo a medidas de prevención contra colisión, se establece que los nuevos tendidos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma. Se han de colocar en los cables de tierra y si éstos no existiesen, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, y se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm.

Se estima la utilización de balizas salvapájaros de dos tipos:

- Tipo BAGTR: para las zonas con presencia de aves crepusculares o identificadas como alto riesgo de colisión.
 - Instalación manual o semiautomática mediante máquina sobre el cable de tierra.
 - Cadencia: cada 5 metros en un cable de tierra único y cada 10 metros alternos cuando la línea disponga de dos cables de tierra.
- Tipo BESP: para el resto de las zonas en las que sea necesario aplicar esta medida.
 - Modelo helicoidal de doble empotramiento (amarillo o naranja).
 - Instalación manual.

- Cadencia: cada 5 metros entre extremos del dispositivo en un cable de tierra único y cada 10 metros alternos cuando la línea disponga de dos cables de tierra.

En el Documento Planos se mencionan las características de los salvapájaros descritos.

El tipo de dispositivos salvapájaros, su ubicación, el número total y su colocación definitiva será confirmado en el Estudio de Impacto Ambiental.

6.2.13. APOYOS Y CIMENTACIONES

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía, de las series CÓNDOR, ÍCARO y algunos diseños especiales del fabricante IMEDEXSA, o similar. La configuración de los apoyos para la línea aérea del presente proyecto será en hexágono para facilitar el respeto de distancias eléctricas.

El tipo de apoyo seleccionado está construido con perfiles angulares totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos tronco piramidales de sección cuadrada con extensiones de 5 m de altura hasta conseguir la altura útil deseada.

Todos los apoyos dispondrán de una doble cúpula para instalar el cable de fibra óptica y el cable de tierra convencional por encima de los conductores. Las geometrías básicas de los apoyos pueden consultarse en el documento Planos.

Las cimentaciones serán de patas separadas, tetrabloque y tipo circular con cueva para todos los apoyos de la línea. Las características dimensionales de las cimentaciones para cada tipo de apoyo pueden consultarse en el documento Anexo1. Cálculos.

7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

A continuación se muestra un diagrama de Gantt con la programación de las distintas etapas de construcción de la citada instalación:

		MES 1				MES 2				MES 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.0	Tramo ST Rececho - AP 39N de L/220kV Rececho - Nimbo coincidente con L/220kV Rececho - Grillete												
1.1	Replanteo de apoyos												
1.2	Desbroce y tala de arbolado (sólo si aplica)												
1.3	Adecuación de accesos												
1.4	Adecuación de campos de acopio												
1.5	Acopio y clasificación de materiales												
1.7	Excavación de cimentaciones												
1.8	Hormigonado de cimentaciones												
1.9	Montaje de estructuras e izado												

		MES 1				MES 2				MES 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.1	0												
1.1	1												
1.1	2												
1.1	3												
1.1	4												
1.1	5												
1.1	6												
1.1	7												
1.1	8												
2.0													
3.0													

8. CRUZAMIENTOS

8.1. NORMAS APLICABLES

Las normas aplicables a los cruzamientos de esta línea están recogidas en el 5º apartado de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento de condiciones técnicas y de seguridad en líneas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.

A continuación, se incluye la tabla base a partir de la cual se determinarán las distancias, y posteriormente se detallarán las distancias de seguridad en los distintos casos de cruzamientos necesarios en este proyecto.

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Donde:

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

Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

Este apartado corresponde al 5.4.2 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} con un mínimo de 0,2 m.

Por tanto, la distancia mínima será de 1,7 m para líneas de 220 kV

Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

Este apartado corresponde al 5.5 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La distancia mínima de los conductores a cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficie de agua no navegable será de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} [m]$$

Con un mínimo de 6 metros.

Por tanto, la distancia mínima será de 7 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

Este apartado corresponde al 5.6 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como de baja tensión.

En caso de cruzamiento entre líneas eléctricas aéreas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} [m]$$

Con un mínimo de:

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

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} [m]$$

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add} (m)
66	2,5
132	3
220	3,5
400	4

Siendo en este caso:

- $D_{add} = 3,5$ metros
- $D_{pp} = 2$ metros

Por tanto, la distancia mínima vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en el punto de cruce será de 5,5 metros para líneas de 220 kV.

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

$$D_{add} + Del = 1,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 2 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de 3.2 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a carreteras, ferrocarriles, tranvías y trolebuses

Este apartado corresponde a los subapartados 5.7, 5.8 y 5.9 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de las carreteras o por las cabezas de los carriles de los ferrocarriles sin electrificar será de:

$$D_{add} + Del [m]$$

Con una distancia mínima de 7 metros, siendo D_{add} igual a 7,5 para líneas de categoría especial.

Por tanto, esta distancia mínima será de 9,2 metros para líneas de 220 kV.

Para ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será:

$$Dadd + Del = 3,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 4 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de 5,2 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Este apartado corresponde al 5.11 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será en líneas de categoría especial de:

$$G + Dadd + Del = G + 3,5 + Del [m]$$

siendo G el gálibo. En el caso de que no exista gálibo definido se considerará este igual a 4,7 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de G+5,2 metros para líneas de 220 kV.

Paso por bosques, árboles y masas de arbolado

Este apartado corresponde al 5.12.1 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$Dadd + Del = 1,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 2 metros.

Por tanto, la zona de servidumbre de vuelo se verá incrementada 3,2 metros a ambos lados de su proyección para líneas de 220 kV.

Edificios, construcciones y zonas urbanas

Este apartado corresponde al 5.12.2 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

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

$$Dadd + Del = 3,3 + Del [m]$$

Con un mínimo de 5 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente proyecto, esta distancia será 6,1 m.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas:

$$5,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 6 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente proyecto, esta distancia será 7,2 metros.

- Sobre puntos no accesibles a las personas:

$$3,3 + Del [m]$$

Con un mínimo de 4 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente proyecto, esta distancia será 5 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

8.2. RESUMEN DE DISTANCIAS

A continuación, se muestra un resumen de las distintas distancias de seguridad en los distintos casos particulares:

Distancias de aislamiento	
Distancia	Tensión nominal 220 kV
Distancia a masa (m)	1,7
Distancia a fase (m)	1,7
Distancia mínima al terreno (m)	7
Bosques y árboles (m)	3,2

Distancias verticales en cruzamientos	
Distancia mínima a	Tensión nominal 220 kV
Caminos o sendas (m)	7
Cursos de agua no navegables (m)	7
Líneas eléctricas o líneas de telecomunicación (distancia a conductores) (m)	5,5
Líneas eléctricas o líneas de telecomunicación (distancia a cables de guarda) (m)	3,2

Distancias verticales en cruzamientos	
Distancia mínima a	Tensión nominal 220 kV
Carreteras y ferrocarriles sin electrificar (m)	9,2
Ferrocarriles electrificados, tranvías o trolebuses (m)	5,2 a conductor más alto de todas las líneas del ferrocarril
Ríos y canales, navegables o flotables (m)	G+5,2

8.3. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

Nº Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Cruzamientos	Paralelismos	Organismos afectados
2	1	2	Arroyo (sin nombre)		Confederación Hidrográfica del Tajo
	3	4	Línea eléctrica de MT		UFD Distribución Electricidad
3	4	5	Línea eléctrica de MT		UFD Distribución Electricidad
	5	6	Línea eléctrica de MT		UFD Distribución Electricidad
	6	7	Arroyo de los Camachuelas		Confederación Hidrográfica del Tajo
			Colada de Valdelospozos		Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid
5	10	11	Arroyo de Valdembrilo		Confederación Hidrográfica del Tajo
	11	12	Línea telefónica		Telefónica
			Carretera M-209 de la M-300 a M-204, km 3,392		Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid
6	14	15	Arroyo del Cacerón		Confederación Hidrográfica del Tajo
7	16	17	Línea eléctrica de MT		UFD Distribución Electricidad

9. ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se presenta un listado resumen de los organismos afectados por la presente L/220 kV Rececho – APOYO 39N de L/200kV Rececho - Nimbo coincidente con L/220kV Rececho - Grillete

- Ayuntamientos de Campo Real (Madrid)
- Ayuntamiento de Arganda del Rey (Madrid)
- Confederación Hidrográfica del Tajo
- UFD Distribución Electricidad
- Comunidad de Madrid. Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Comunidad de Madrid. Dirección General de Carreteras e Infraestructuras.

-
- Telefónica
 - Ministerio de Fomento
 - AESA
 - Ministerio de Defensa
 - Dirección General de Industria, Energía y Minas de Madrid