



Executing your renewable vision

PARQUE FOTOVOLTAICO PV VALDEHIGUERAS

SP.0146.2.M.GN.102-0A

**ANEXO EN RESPUESTA DEL
REQUERIMIENTO DEL 22 MAYO 2026**

**MORALEJA DE ENMEDIO,
COMUNIDAD DE MADRID
(ESPAÑA)**

*Tabla 1.- Control de versiones del documento*

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	5/06/2026	Emisión Inicial	JRD	BLF	JMO

Sevilla, junio de 2026

Firmado por ***4967**
JOAQUÍN MARTÍN-OAR
(C:****0003*) el día
03/06/2026 con un
certificado emitido
por AC CAMERFIRMA FOR
NATURAL PERSONS - 2016

Máster en Ingeniería Industrial
Joaquín Martín-Oar María-Tomé
Nº de colegiado 07149 - COIIAOC Sevilla

**Contenido**

1 INTRODUCCIÓN	4
2 MODIFICACIONES JUSTIFICANDO EL CUMPLIMIENTO DEL INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (SEA 89/24)	5
2.1 CONDICION 2.5.	5
2.2 CONDICION 2.6.	5
2.3 CONDICION 2.9.	6
2.4 CONDICION 2.10	6
3 INSTALACIÓN DE GENERACIÓN	8
3.1 Aclaración de la sección del cable de la red de tierras de baja tensión	8
3.2 Plano de la red de tierras de baja tensión, identificando picas y red	8
3.3 Justificación de sistema de control según Real Decreto 1183/2020	8
3.4 Aclaración de la sección de conductores de corriente alterna en baja tensión entre inversores y centro de transformación	9
4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	13
4.1 Memoria técnica del centro de transformación	13
4.2 Justificación contra incendios según Real Decreto 337/2014	16
4.3 Estudio de campos magnéticos y medidas de minimización	17
4.4 Cálculos de puesta a tierra y tensiones de paso y contacto	21
4.5 Plano de planta general del sistema de tierras	25
4.6 Justificación del cumplimiento de límites de ruido	25
4.7 Justificación de ventilación según ITC RAT-14	27
5 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN CT-CPM	28
5.1 Cálculos de intensidad máxima admisible	28
5.2 Cálculos de cortocircuito máximo	29
5.3 Cálculos de caída de tensión	30
ANEJO - PLANOS	33



1 INTRODUCCIÓN.

Tras la revisión de la documentación aportada para la tramitación del expediente 14-0141-00353.3/2024, la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior solicita la subsanación de algunos puntos para poder continuar con la tramitación del proyecto Parque Fotovoltaico Valdehigueras.

Para ello solicitan la redacción de un anexo al proyecto que detalle los siguientes aspectos por aclarar:

- 1. Modificaciones justificando el cumplimiento del informe de impacto ambiental (SEA 89/24).** En particular, las condiciones 2.5, 2.6, 2.9 y 2.10, así como cualquier otra que implique modificar el proyecto.
- 2. En relación a la instalación de generación:**
 - 2.1. Aclaración de la sección del cable de la red de tierras de baja tensión (95 mm² en memoria frente a 50 mm² en cálculos).
 - 2.2. Plano de la red de tierras de baja tensión, identificando picas y red.
 - 2.3. Justificación de sistema de control según Real Decreto 1183/2020.
 - 2.4. Aclaración de la sección de conductores de corriente alterna en baja tensión entre inversores y centro de transformación.
- 3. En relación al centro de transformación y al centro de protección y medida:**
 - 3.1. Memoria técnica del centro de transformación y centro de protección y medida.
 - 3.2. Justificación contra incendios según Real Decreto 337/2014.
 - 3.3. Estudio de campos magnéticos y medidas de minimización.
 - 3.4. Cálculos de puesta a tierra y tensiones de paso y contacto.
 - 3.5. Plano de planta general del sistema de tierras.
 - 3.6. Justificación del cumplimiento de límites de ruido.
 - 3.7. Justificación de ventilación según ITC RAT-14.
- 4. En relación con la línea de alta tensión:**
 - 4.1. Cálculos de intensidad máxima admisible.
 - 4.2. Cálculos de cortocircuito máximo.
 - 4.3. Cálculos de caída de tensión.



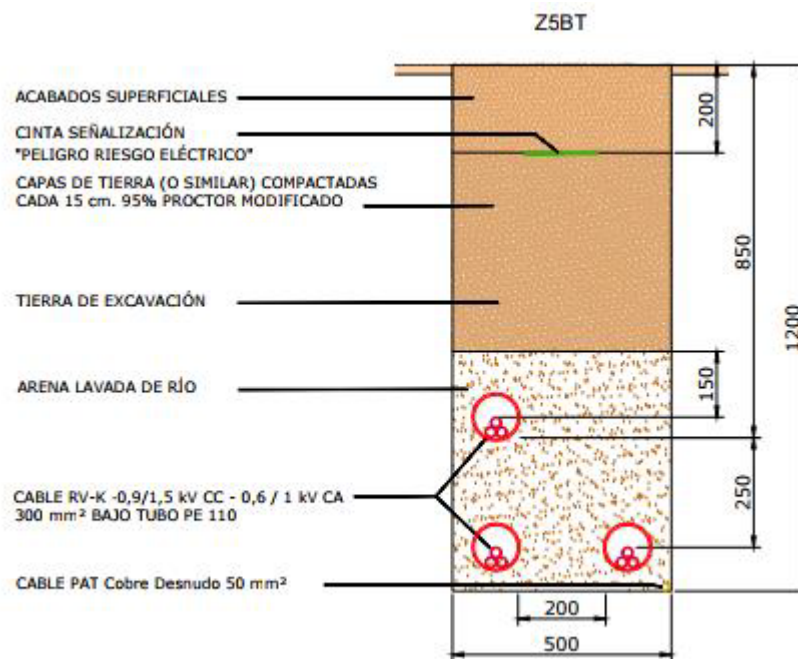
2 MODIFICACIONES JUSTIFICANDO EL CUMPLIMIENTO DEL INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL (SEA 89/24)

2.1 CONDICION 2.5.

“Todo el cableado que se disponga subterráneamente se encontrará entubado para facilitar su retirada en las labores de desmontaje de la instalación, pudiéndose quedar el entubado perdido y evitar así alterar la estructura edáfica regenerada por la ejecución de las zanjas correspondientes.”

Todo el cableado de baja tensión, media tensión y comunicaciones se instarán entubado conforme a las normativas y cálculos correspondientes como se especifican en sus respectivos apartados. Quedando así reflejado en los planos de las secciones de zanja.

Figura 1.- Secciones de Zanja



2.2 CONDICION 2.6.

“Cuando se requiera suministro eléctrico en cualquier fase del proyecto, deberá realizarse mediante conexión a la red eléctrica general. De no ser posible, se utilizarán sistemas de autoconsumo de energías renovables o acumuladores de energía sin combustión. Únicamente durante la fase de construcción y sólo en casos excepcionales debidamente justificados, se podrán utilizar grupos electrógenos con certificación «Fase V» (preferiblemente de combustibles gaseosos), que deberán encontrarse acústicamente aislados.”

Para la ejecución del proyecto se respetará la condición 2.6. del Informe de Impacto Ambiental (SEA 89/24).



2.3 CONDICION 2.9.

“Las instalaciones contarán al menos con un pararrayos, minimizando el riesgo de incendio.”

Dadas las características del proyecto no es necesaria la instalación de pararrayos, aún si se requiere por solicitud de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior, se incluirá un pararrayos junto al Centro de Transformación.

Según la norma UNE-EN 62305, la necesidad de disponer de un sistema externo de protección contra el rayo (pararrayos) debe determinarse mediante una evaluación del riesgo de impacto y de las consecuencias asociadas. La norma establece que únicamente será necesaria la instalación de un sistema de protección cuando el riesgo calculado (N_e) supere el valor tolerable definido reglamentariamente (N_a).

En el caso de centros de transformación compactos o prefabricados, de reducidas dimensiones y baja altura, el número anual esperado de impactos directos resulta muy bajo debido a la limitada área equivalente de captación de la instalación. Por ello, y conforme a la metodología de evaluación recogida en la UNE-EN 62305-2, este tipo de instalaciones no requiere habitualmente la implantación de un sistema externo de protección contra el rayo mediante pararrayos o mástiles captadores, salvo que existan requisitos particulares del propietario de la red, condiciones especiales de emplazamiento o un estudio específico de riesgo que indique lo contrario.

Habiendo obtenido en el cálculo un número anual admisible de sucesos peligrosos (N_a) de 0,00367 impactos/año y un número anual esperado de sucesos peligrosos (N_e) de 0,00035 impactos/año. Siendo el número de sucesos admisibles mayor al número de eventos esperables no se requiere de la instalación de pararrayos.

2.4 CONDICION 2.10

“Tal y como establece la Dirección General de Biodiversidad y Gestión Forestal en su informe, sería muy favorable eliminar el vallado perimetral allí donde sea posible. No obstante, en caso de no poder prescindir de dicha estructura por motivos de seguridad de la instalación, el cercado que propone el promotor deberá ser modificado según las condiciones establecidas en el Anexo I de esta Resolución, con el fin de no impedir la circulación de la fauna silvestre no cinegética.”

ANEXO I: CONDICIONES MÍNIMAS PARA EL CERRAMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA «VALDEHIGUERAS SOLAR»

*“El cercado deberá ser construido de manera que NO impida la circulación de la fauna silvestre no cinegética con arreglo a lo dispuesto en el Artículo 65.3. f. de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. A tal fin, deberán instalarse **pasos tipo gatera como mínimo cada 50 metros**, existiendo obligatoriamente en **todas las esquinas** y en las **intersecciones** del vallado con **grandes piedras o roquedos**. Las **dimensiones mínimas de estos pasos serán de 628 cm2** equivalente a*



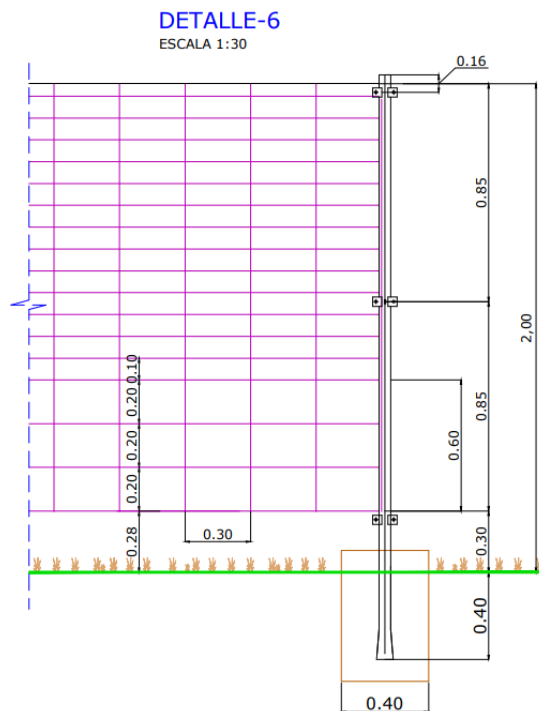
un **semicírculo de 20 cm de radio**. Si la **gatera** se habilitara en malla tendrá **30x20 cm²** y estará a ras del suelo.

No será necesaria la instalación de gateras, cuando el cerramiento o valla a instalar responda a las características siguientes: el **área mínima** de las retículas será de, al menos, **300 cm²** con una **dimensión mínima** de sus lados de **10 cm**; y en las **hileras situadas en los primeros 60 cm** desde el suelo (borde inferior de la malla) las retículas deberán tener por lo menos un **área de 600 cm²**, con una **dimensión mínima en sus lados de 20 cm**.

El cerramiento de tela metálica tendrá una **altura máxima de 2 metros** y una **distancia mínima entre postes de entre 5 o 6 metros**, salvo que puntualmente no lo permita la topografía del terreno.”

Se modifica el vallado cinagético para cumplir con la disposición establecida en el Anexo I del Informe de Impacto Ambiental (SEA 89/24).

Figura 2.- Detalle del vallado cinagético





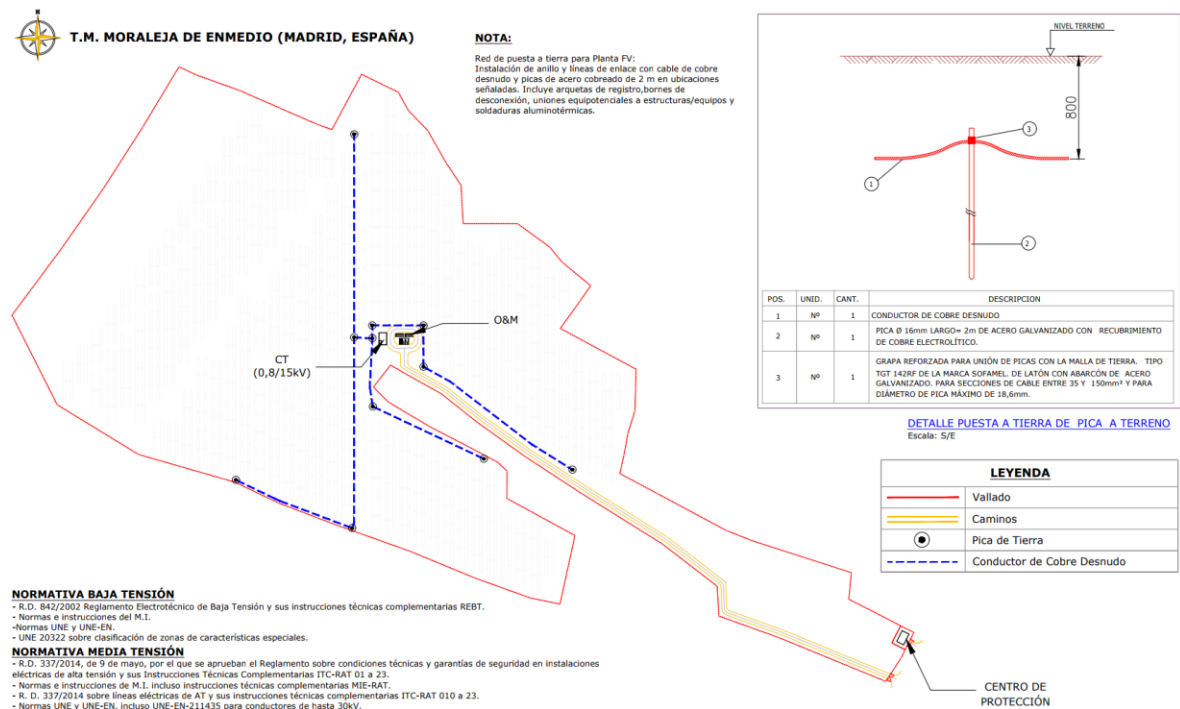
3 INSTALACIÓN DE GENERACIÓN

3.1 ACLARACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CABLE DE LA RED DE TIERRAS DE BAJA TENSIÓN

La sección de puesta a tierra de la parte de baja tensión será de 50 mm^2 en cobre desnudo, tal y como presentan los cálculos, siendo una errata la inclusión del cable de tierra de 95 mm^2 .

Como establece la ITC-BT-06, en relación con lo establecido en la ITC-BT-07, se han implantado numerosas picas con el objeto de mejorar las derivaciones en las redes de distribución en baja tensión con largas longitudes, como es este caso.

3.2 PLANO DE LA RED DE TIERRAS DE BAJA TENSIÓN, IDENTIFICANDO PICAS Y RED



3.3 JUSTIFICACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL SEGÚN REAL DECRETO 1183/2020

La disposición adicional primera del Real Decreto 1183/2020 establece lo siguiente:

“Disposición adicional primera. Sistemas de control coordinados para garantizar que no se supera la capacidad de acceso otorgada. Las instalaciones de generación de electricidad cuya potencia total instalada supere la capacidad de acceso otorgada en su permiso de acceso deberán disponer de un sistema de control, coordinado para todos los módulos de generación e instalaciones de almacenamiento que la integren, que impida que la potencia activa que esta pueda inyectar a la red supere dicha capacidad de acceso.”



Para su cumplimiento se instalará un Power Plant Controller (PPC), que es un sistema de control centralizado que coordina el comportamiento eléctrico de una planta de generación. Su función principal es asegurar que la planta cumpla en tiempo real con los requisitos del operador de red y con el punto de conexión.

- Gestiona la producción de energía de la planta, impidiendo el vertido de
- Regula el intercambio de reactiva para mantener requisitos de red
- Ayuda a la estabilidad de la red, controlando la tensión y la frecuencia.
- Coordina los equipos de la planta (inversores, transformador, protecciones, SCADA y contador).

3.4 ACLARACIÓN DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES DE CORRIENTE ALTERNA EN BAJA TENSIÓN ENTRE INVERSORES Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para un correcto dimensionamiento del conductor se debe prever la intensidad máxima que circule por este, que en el caso de un inversor viene dado por el fabricante o, en caso de ausencia del dato, ha de tomar la intensidad nominal de salida del inversor mayorada un 10 % (según describe la UNE-HD 60364-7-712).

El inversor utilizado es el modelo Sungrow SG250HX, cuya potencia pico es 250 kVA, la tensión de salida de 800 V (0,8 kV) y su corriente máxima 180,5A.

Figura 3.- Ficha técnica del inversor

Salida (CA)	
Potencia de salida de CA	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Corriente máxima de salida de CA	180, 5 A
Tensión nominal de CA	3 / PE, 800 V
Rango de tensión de CA	680 – 880V
Frecuencia nominal de la red / Rango de frecuencia de red	De 50 Hz / 45 a 55 Hz, de 60 Hz / 55 a 65 Hz
THD	< 3 % (a potencia nominal)
Inyección de corriente continua	< 0,5 % In
Factor de potencia a potencia nominal / Factor de potencia ajustable	> 0,99 / 0,8 capacitivo – 0,8 inductivo
Fases de inyección / fases de conexión	3 / 3

En este caso al estar limitada la intensidad del inversor, se considera la máxima intensidad de salida como el 10% de la nominal de funcionamiento antes calculada.

$$I_{\text{calculo}} = I_{\text{diseño}} \cdot 1,1 = 180,5 \cdot 1,1 = 198,55 \text{ A}$$

La sección compatible con dicha intensidad será aquella cuya intensidad máxima admisible, en las condiciones de instalación, sea superior a la intensidad de cálculo descrita. El tramo de circuito más desfavorable para el cableado será aquel en el que se agrupan todos los circuitos de la planta y corresponde con un sistema de instalación de cables entubados, según se puede observar en las intensidades admisibles recogidas en la norma UNE-HD 60364-5-52. Los factores de corrección que se tendrán en cuenta en este tramo son los siguientes:

- F1: factor de corrección de temperatura del medio (25 °C para cables enterrados): **1**
- F2: factor de corrección por resistividad del terreno se ha considerado **0,93**, habiendo tomado como valor de resistividad el valor intermedio de la tabla 7 de la ITC-BT-07 de 1,2 K·m / W.

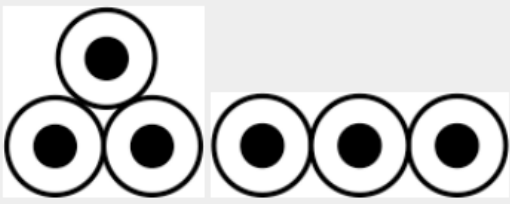
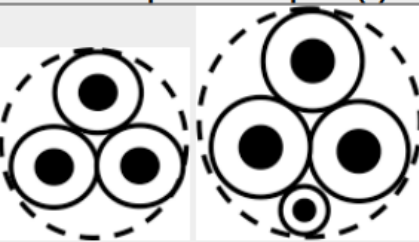


- F3: factor de corrección por profundidad de enterramiento de los conductores a 0,8 m: **0,99**
- F4: factor de reducción para más de un circuito de distancia entre conductos de 0,25 m: **0,70**

El factor de corrección total resultante será **0,65** por lo que la sección del conductor en este tramo debe ser tal que su intensidad máxima admisible supere los 308,07 A.

La sección compatible en este tramo se obtiene de la Tabla 4 de la ITC-BT-07.

Figura 4.- Intensidad máxima admisible para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada

Sección nominal mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	–	–	–
630	690	680	600	–	–	–

A falta de realizar la comprobación en base al criterio de caída de tensión descrito en el siguiente apartado, se toma la sección de 300 mm² en aluminio para un conductor tipo RV-K. Siendo la intensidad máxima admisible 485 A.

3.4.1 Cálculo de sección por caída de tensión.

Debido a la resistencia de los conductores se produce una diferencia de potencial entre el inicio y el final del conductor. Será preciso el cálculo de las caídas de tensión de los conductores, asegurando en cada caso el cumplimiento de los límites descritos en los criterios de diseño y el reglamento aplicable.

Para los circuitos de corriente alterna con suministro trifásico la caída de tensión se calcula de la siguiente forma:

$$\% U = \frac{\sqrt{3} \cdot R \cdot I \cdot \cos \varphi}{U}$$



Siendo:

% U: caída de tensión con respecto a la tensión de origen en porcentaje.

U: tensión nominal.

R: resistencia total del circuito.

I: intensidad nominal que circula por el conductor.

L: Longitud del tramo

Se desprecia el efecto inductivo, debido al sistema de montaje empleado (cables directamente enterrados), que se traduce en un efecto inductivo de escasa entidad con respecto al efecto resistivo.

Para este cálculo general se tomará la longitud del tramo más largo, el cual tendrá la mayor caída de tensión.

Para calcular la resistencia del conductor se tendrá en cuenta la temperatura de trabajo de este.

Para ello, se aplicará la siguiente ecuación:

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

$$R_{20} = \rho_{20} L/S$$

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

Donde:

R_t : resistencia del conductor a la temperatura θ .

R_{20} : resistencia del conductor a la temperatura de 20 °C.

α : coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}C^{-1}$.

ρ_{θ} : resistividad del conductor a la temperatura θ .

ρ_{20} : resistividad del conductor a la temperatura 20 °C.

S: sección del conductor en mm^2 .

Para un conductor de aluminio a 20 °C según UNE-EN IEC 62641:2023 tendremos:

- Resistividad: 0,02826 ($\Omega \cdot mm^2/m$)
- Coeficiente α : 0,00407 ($^{\circ}C^{-1}$)

Para calcular la temperatura del conductor en las condiciones de montaje (25 °C para cables enterrados) se utilizará la siguiente ecuación:

$$\theta = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{m\acute{a}x}} \right)^2$$

Donde:

θ : temperatura permanente del conductor en las condiciones de trabajo.

T_0 : temperatura ambiente del conductor. [25 °C]



$T_{m\acute{a}x}$: temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (90 °C para aislamiento de XLPE);

I : intensidad prevista para el conductor en condición de trabajo nominal [198,55 A].

$I_{m\acute{a}x}$: intensidad máxima admisible para el conductor según el sistema de instalación. [430 A]

$$\theta = 25 + (95 - 25) \cdot \left(\frac{198,55}{485} \right)^2 = 36,73 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\rho_\theta = 0,02826 \cdot [1 + 0,00407 \cdot (39,93 - 20)] = 0,0302 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$R_{20} = 0,0328 \cdot \frac{500}{300} = 0,0471 \text{ } \Omega$$

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)] = 0,0471 \cdot [1 + 0,00407 \cdot (36,73 - 20)] = 0,0503 \text{ } \Omega$$

$$\% U = \frac{\sqrt{3} \cdot R \cdot I \cdot \cos \varphi}{U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,0503 \cdot 198,55 \cdot 1}{800} = 2,16\%$$

La caída de tensión máxima de la instalación, calculada de la forma más desfavorable, tiene un valor de 2,16%. En base al resultado se puede afirmar que la sección seleccionada cumple el criterio de caída de tensión máxima admisible.

Se actualizan los planos para aclarar esta errata, corroborando el uso de conductores RV-K 1x300 mm²AL.



4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

4.1 MEMORIA TÉCNICA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.1.1 Edificio del Centro de Transformación

Se trata de un local de en edificio formado por una sola planta, donde se instalan las celdas de maniobra, protección y medida en M.T., y sobre todo el transformador de potencia que convierte la energía generada en baja tensión en media tensión para poder ser entregada a la red de distribución según los parámetros establecidos por el sistema eléctrico. Además, incluye material vario para protección y uso de la instalación.

Con el fin de simplificar la instalación y ejecución del centro de transformación se instalará un edificio normalizado de hormigón prefabricado sobre superficie tipo PFU-3 híbrido, el cual es una estructura monobloque de hormigón prefabricado, según norma UNE-EN 62271-202, montada de acuerdo a procedimientos controlados y ensayadas en fábrica. Los modelos híbridos incorporan los transformadores exteriormente, separando la zona de control y maniobras con el transformador de potencia.

Figura 5.- Centro de transformación híbrido



Esta solución, tipo IV-SH // Solución híbrida, pretende consolidarse como híbrida entre un centro de transformación en edificio prefabricado convencional y una solución tipo outdoor. Se compone así de dos elementos fundamentales:

- **Parte indoor.** Edificio prefabricado de hormigón cuyo interior alberga celdas de MT, cuadros de BT, así como resto de apartament necesaria, inclusive todos los componentes electrónicos y de telecomunicaciones (rack de comunicaciones, armarios de monitorización, etc), con objeto de garantizar total seguridad de los mismos ante condiciones climatológicas adversas.
- **Parte outdoor.** Transformador dispuesto sobre depósito de recogida de aceite de hormigón con valvulería (capacidad del 120% del volumen de aceite), filtro de



retención de hidrocarburos, vallado completo de protección del transformador con techo, incluyendo puerta de acceso con cerradura enclavada con la puesta a tierra cerrada de la celda de protección.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

Figura 6.- Edificio CT anterior

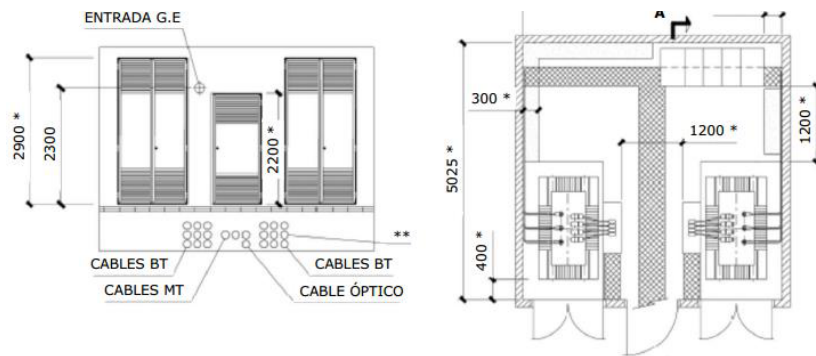
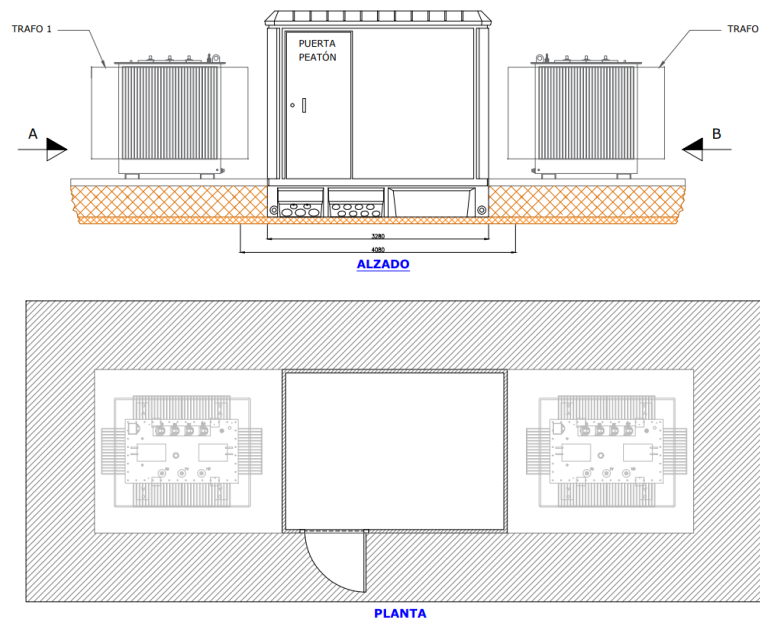


Figura 7.- Edificio CT nuevo tipo PFU-3 híbrido



*Los transformadores se encontrarán vallados para evitar contactos indeseados

Las dimensiones de este nuevo edificio son levemente inferiores, aunque distribuidas de forma distinta.

Exteriores

- Longitud 3.280 mm
- Anchura 2.380 mm
- Altura 3.045 mm
- Peso 10.545 kg



Interiores

- Longitud 3.100 mm
- Anchura 2.200 mm
- Altura 2.350 mm

Dimensiones de la excavación

- Longitud 4.080 mm
- Anchura 3.180 mm
- Fondo 600 mm

Acerado

- Anchura 1.200 mm
- Altura 100 mm

4.1.1.1 Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables, tanto de MT como de BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

4.1.1.2 Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

4.1.1.3 Puertas

Las puertas de acceso al Centro de transformación desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas. Estas puertas se abrirán hacia fuera, abatibles 180°, y dispondrá de un sistema de cierre con objeto de garantizar la



seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de la misma y el acceso indeseado al centro.

4.1.1.4 Rejillas de Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera que impida el paso de pequeños animales y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

4.1.1.5 Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para centros de distribución es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor compactada al 95% PM.

La cimentación del transformador también será de carácter prefabricado, por lo que se colocará sobre la misma capa de arena. Esta bancada alberga un depósito para la absorción del aceite del transformador en caso de derrames.

4.1.1.6 Alumbrado

En el interior se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la Alta Tensión.

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

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

4.1.2 Edificio del Centro de Protección y Medida

El centro de protección y medida también será un edificio prefabricado de hormigón armado tipo PFU-3, por lo que las características descritas en el apartado anterior son válidas para este. La salvedad es la ausencia de los transformadores anexados de manera exterior.

4.2 JUSTIFICACIÓN CONTRA INCENDIOS SEGÚN REAL DECRETO 337/2014

Cumpliendo el Real Decreto 337/2014 RAT 14, en el interior de los edificios, tanto del CT como del CPM, no será necesaria la instalación de sistemas de protección contra incendios fijos debido a que los transformadores se encuentran en el



exterior. Sin embargo, si se colocarán extintores móviles en el interior de los mismos para su uso en caso de incidente.

Según el Real Decreto 337/2014 RAT 15, los transformadores exteriores no necesitan un sistema fijo de extinción de incendios dadas las siguientes condiciones:

- La propagación de incendio es mínima, ya que se respetan las distancias de seguridad desde el propio transformador a posibles elementos inflamables, ya sea al edificio, que es ignífugo o al propio terreno, que está separado por la acera perimetral.
- Las consecuencias debidas por el corte del servicio no son graves.
- Los transformadores no se implantan juntos, sino separados por el edificio PFU, que hace de cortafuegos.
- Cada transformador cuenta con una fosa colectora individual para la recogida de aceite, con capacidad para albergar todo su volumen.
- El punto de combustión del dieléctrico de los transformadores es superior a 300°C.

4.3 ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS Y MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN

Los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje: cuanto más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo resultante. Un campo eléctrico existe, aunque no haya corriente. El campo eléctrico (E) se expresa en voltios por metro (V/m) o su múltiplo en kV/m.

Los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas: una corriente más fuerte da como resultado un campo magnético más fuerte. También se pueden producir campos magnéticos con imanes permanentes. El campo magnético (H) en un punto dado del espacio se define como la fuerza que se ejerce sobre un elemento de corriente situado en dicho punto, y se expresa en amperios por metro (A/m).

Por tanto, el campo eléctrico existirá siempre que haya cargas eléctricas, mientras que sólo habrá campo magnético cuando esas cargas estén en movimiento; es decir, cuando haya un flujo de corriente eléctrica. Es más habitual representar el campo magnético mediante la inducción magnética o densidad de flujo magnético (B). Ambos están relacionados mediante la permeabilidad magnética (μ):

$$B = \mu * H.$$

La unidad de medida del campo magnético en el Sistema Internacional de unidades es el Tesla (T) o sus fracciones; en particular, el microtesla (μ T).

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas, depende de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableados.

En el caso de los centros de transformación, se encuentra los siguientes tipos de cableado susceptibles a generar campo electromagnético:

- Cableado de baja tensión en las zanjas de salida del centro de transformación.
- Cableado de media tensión en las zanjas de entrada / salida del centro de transformación.



- Cableado de media tensión entre las celdas y el transformador.
- Cableado de baja tensión entre el transformador y el cuadro de baja tensión.

Para evitar que no se generen campos electromagnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en la transición hasta el transformador, todo al cableado, a excepción del cableado de salida del transformador, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas se anulen entre sí.

La planta fotovoltaica está constituida por un centro de transformación de media tensión, además de otros equipos de control, protección y comunicaciones. Estos equipos son los responsables de la presencia de campos electromagnéticos en la planta fotovoltaica.

El centro de transformación tiene los puentes de media tensión que conectan as celdas con el transformador que provocara un campo magnético generado por los mismos. El caso más desfavorable, es aquel en que la producción de campos magnéticos será en los puentes de media tensión del transformador hacia las celdas.

Para el cálculo y análisis del campo magnético, se tendrá en cuenta la una intensidad máxima admisible que pasa por el cableado:

$$I_s = \frac{S}{U_s * \sqrt{3}} = \frac{3.150}{15 * \sqrt{3}} = 121,25 A$$

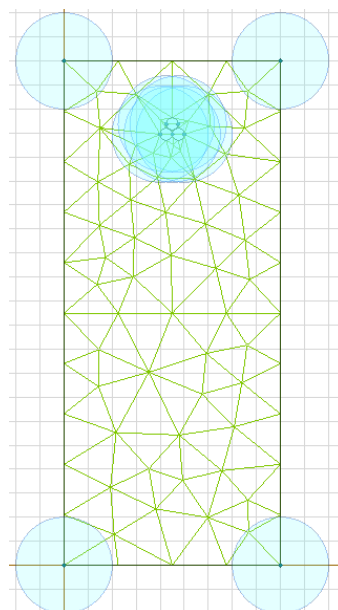
Donde:

I : Intensidad en el primario en A

S : Potencia del transformador en kVA

U : Tensión en el primario en kV

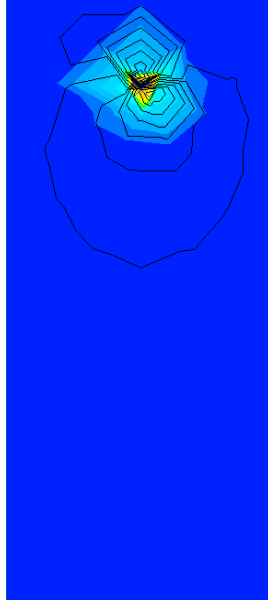
Figura 8.- Disposición ternas de cables





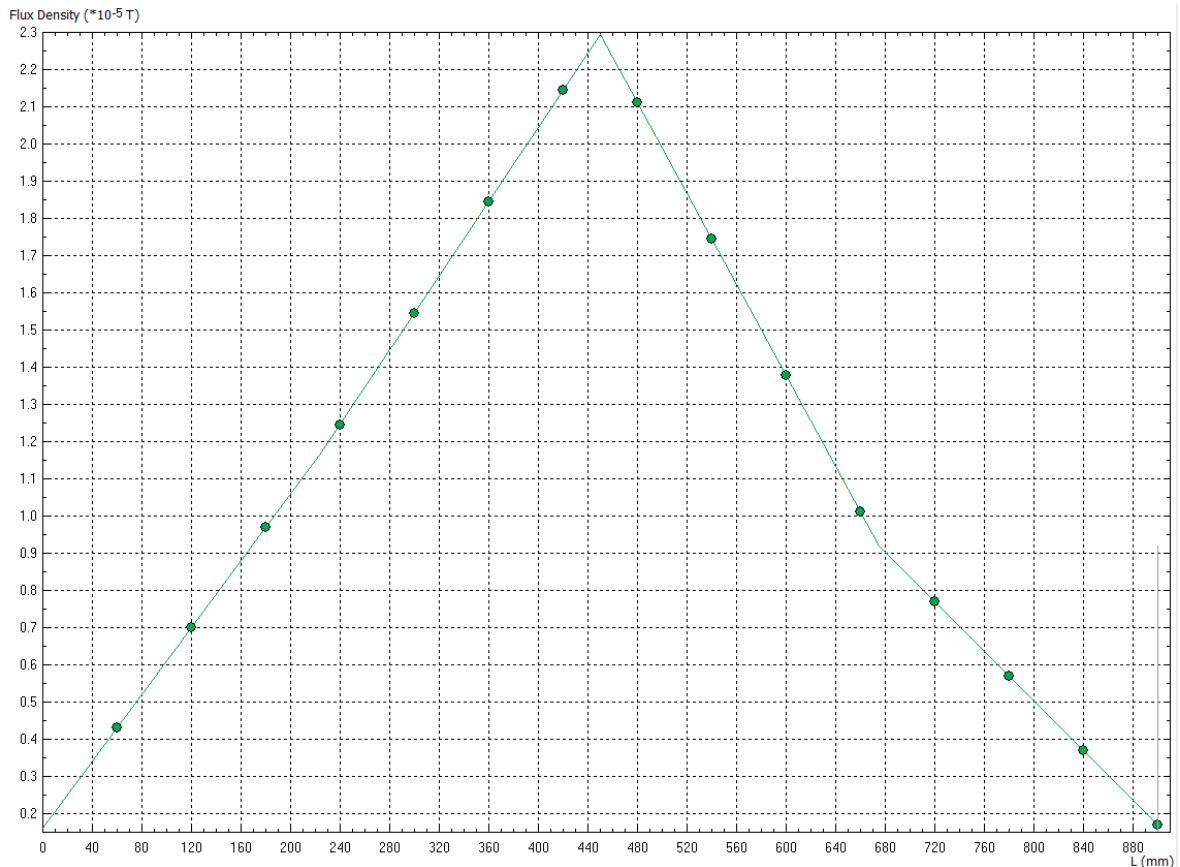
A través de isólinas y diagrama de colores se presentan los niveles de campo eléctrico del conductor.

Figura 9.-.- Inducción magnética



En la gráfica siguiente se representa la curva con los valores del campo B en la zona de mayor inducción en el lado de media tensión.

Figura 20.- Valor Densidad de flujo magnético





Teniendo en cuenta que en la densidad de flujo magnéticos en los transformadores decrecer rápidamente al alejarse del mismo, los cálculos y análisis realizados se concluye que el valor máximo de la densidad de flujo, estudiado en las condiciones más exigentes de carga y configuración propia de los conductores, se sitúa aproximadamente sobre los 23 μT .

Según lo indicado en el Real Decreto 1066/2001, en el que se establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas, decreta que el límite de campo magnético.

Donde se calculará como $5f$, siendo f la frecuencia es kHz. Por tanto, de esta manera el límite del campo electromagnético es 100 μT .

Tabla 2.- Niveles de referencia campo magnético (RD 1066/2011, cuadro 2)

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m^2)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Respecto a los cálculos y la simulación realizados en el centro de transformación, se aprecia que la exposición a campos electromagnéticos de muy baja intensidad, en concreto, 23 μT . Por tanto, en relación con las máquinas herramientas, se puede decir igualmente que los valores de campos magnéticos son muy bajos en relación con sus respectivos valores de referencia.

Por tanto, considerando que los efectos sobre el cuerpo humano derivados de la exposición a campos electromagnéticos son inmediatos y se descartan actualmente efectos a largo plazo, de forma general, las exposiciones a campos magnéticos son muy inferiores a los valores límites establecidos en el Real Decreto 1066/2001, ya referenciado.

Asimismo, la planta fotovoltaica se encuentra alejada de núcleos de población, por lo que la afección a estos es nula, estando además las estaciones de potencia repartidas por el campo solar y, en cualquier caso, alejadas del vallado perimetral por lo que la afectación a personas en tránsito por el exterior de la planta también se considera despreciable.



4.4 CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA Y TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

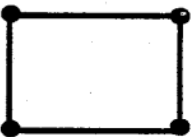

Para el cálculo de los potenciales aplicados (tanto de contacto como de paso), se utiliza el método UNESA al tratarse de un centro de transformación de tercera categoría.

Se propone realizar un anillo perimetral con conductor de 50 mm² de sección, con 4 picas de 2 m. de largo y 14 mm de diámetro distribuidas uniformemente a lo largo del perímetro a una profundidad de 0,8 m.

El CT contará con un acerado perimetral que sobresaldrá 1,2 m del centro de transformación consiguiendo así evitar las tensiones de contacto, por lo que para el cálculo de las tensiones de contacto aplicadas se utilizará el coeficiente de la tensión de paso en el acceso.

Según el método UNESA, los coeficientes a utilizar son:

PROFUNDIDAD = 0'8 m

CONFIGURACION	L _p (m)	RESISTENCIA K _r	TENSION DE PASO K _p	TENSION DE CONTACTO EXT K _c = K _{p(acc)}	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.084	0.0119	0.0485	80-40/8/00
4 picas 	2	0.069	0.0105	0.0329	80-40/8/42
	4	0.059	0.0088	0.0251	80-40/8/44
	6	0.052	0.0074	0.0202	80-40/8/46
	8	0.046	0.0065	0.0168	80-40/8/48
8 picas 	2	0.063	0.0095	0.0277	80-40/8/82
	4	0.051	0.0073	0.0189	80-40/8/84
	6	0.043	0.0060	0.0141	80-40/8/86
	8	0.038	0.0050	0.0111	80-40/8/88

Considerando la resistividad del terreno (ρ) como 100 Ωm .

La resistencia de la puesta a tierra resulta:

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,069 \cdot 100 = 6,9 \Omega$$

$$R_p = K_p \cdot \rho = 0,0105 \cdot 100 = 1,05 \Omega$$

$$R_{p(acc)} = K_{p(acc)} \cdot \rho = 0,0329 \cdot 100 = 3,29 \Omega$$

Según las especificaciones MT 2.00.03 de Iberdrola la intensidad máxima de corriente de defecto a tierra para tensiones de 15kV se corresponde con 400 A·s. Esto nos permite conocer la intensidad de defecto, sabiendo que el tiempo de reacción son 0,5 segundos, resultando una intensidad de defecto de 200A.



Característica de actuación de las protecciones *	Tensión nominal de la red U_n (kV)	Máximo valor de resistencia de puesta a tierra (Ω) (*)
$I'_{1F} \cdot t = 400$	≤ 20 kV	50
$I'_{1F} \cdot t = 2200$	30 kV	30
$I'_{1F} \cdot t = 2500$	45 kV	50
$I'_{1F} \cdot t = 2500$	66 kV	70
$t = 0,5$	132 kV	-

* Las protecciones actúan en tiempos iguales o inferiores a los resultantes de las formulas, para cada intensidad, siempre que las resistencias de puesta a tierra sean inferiores a los valores indicados para cada nivel de tensión. En algunas circunstancias que se especifican en cada proyecto tipo de instalación, tales como apoyos no frecuentados en líneas aéreas, estos valores pueden ser superiores.
Siendo I'_{1F} , la intensidad de la corriente de defecto en amperios y t el tiempo de actuación de las protecciones en segundos.

I-DE (MT 2.00.03)

La sección mínima del conductor de puesta a tierra vendrá definida según la ecuación siguiente:

$$S \geq \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

Donde:

S : sección del conductor en mm²;

I : intensidad de defecto prevista que circula en el conductor en amperios;

t : tiempo de actuación de la protección, en este caso se estima 0,5 segundo;

k : coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas iniciales y finales en el cortocircuito, obtenido de la norma UNE-HD 60364-5- 54 para un conductor desnudo en condiciones normales, con un valor de 159.

$$S \geq \frac{\sqrt{200^2 \cdot 0,5}}{159} = 0,89 \text{ mm}^2$$

Puesto que el electrodo de puesta a tierra se ha proyectado con una sección transversal mínima de 50 mm² se garantiza la integridad de este en caso de producirse el defecto a tierra más desfavorable.

También debe garantizarse el cálculo de las tensiones de contacto, de paso y de paso en el acceso.

$$U_c = R_c \cdot I_d = 6,9 \cdot 200 = 1380 \text{ V}$$

$$U_p = R_p \cdot I_d = 1,05 \cdot 200 = 210 \text{ V}$$

$$U_{p(acc)} = R_{p(acc)} \cdot I_d = 3,29 \cdot 200 = 658 \text{ V}$$

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} , a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se recogen en la siguiente tabla:



Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado, se define como diez veces el valor de la tensión de contacto aplicada, ($U_p = 10 U_{ca}$).

A partir de los valores admisibles de la tensión de contacto o paso aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación (U_c y U_p). A efectos de cálculo para el proyecto se emplearán las siguientes fórmulas:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_{p(acc)} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho}{1000} \right]$$

Donde:

U_c : tensión de contacto máxima admisible en la instalación, en voltios;

U_p : tensión de paso máxima admisible en la instalación, en voltios;

U_{ca} : tensión de contacto aplicada admisible, en voltios;

R_{a1} : resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se empleará un valor de 2.000 Ω ;

ρ_s : resistividad superficial del suelo cerca de la superficie, en Ohmios. Dado que, en la superficie del centro de transformación, centro de seccionamiento y centro de protección y medida se cuenta con una capa adicional de elevada resistividad (hormigón) y de acuerdo con la ITC-RAT 13, el valor de la resistividad ρ_s se multiplicará por un coeficiente reductor CS de acuerdo con la siguiente expresión:



$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right) = 0,75$$

Siendo:

C_s : coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.

h_s : espesor de la capa superficial, en metros (0,15 m).

ρ : resistividad del terreno natural, 100 Ωm .

ρ^* : resistividad de la capa superficial, en este caso la resistividad del hormigón es de 5.000 Ωm .

$$\rho_s = C_s \cdot \rho^* = 3746,8 \Omega m$$

Sustituyendo los valores obtenidos en las ecuaciones de tensiones máximas admisibles obtenemos los siguientes resultados:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right] = 1.554,52 V$$

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right] = 56.060,81 V$$

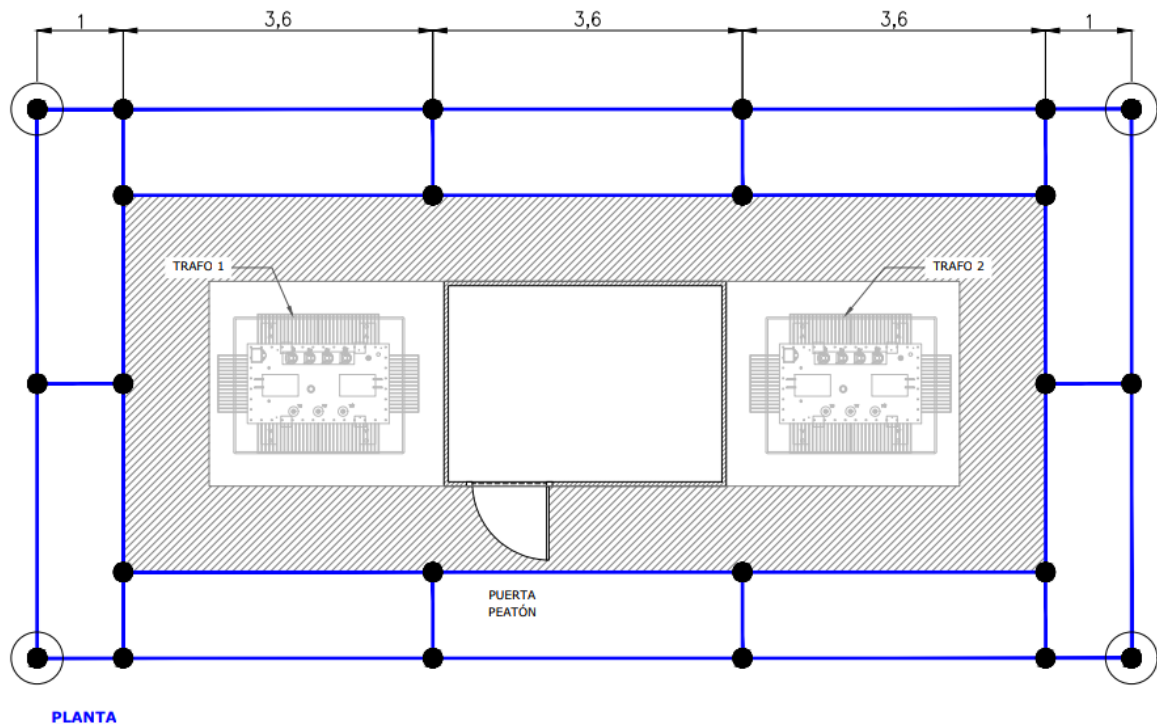
$$U_{p(acc)} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho}{1000} \right] = 33.742,4 V$$

	Tensiones obtenidas	Máxima admisible
Tensión de contacto	1.380 V	1.554,52 V
Tensión de paso	210 V	56.060,81 V
Tensión de paso en el acceso	658 V	33.742,4 V

Estos valores admisibles calculados son superiores a los calculados anteriormente, por tanto, se considera una solución apta.



4.5 PLANO DE PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE TIERRAS



4.6 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LÍMITES DE RUIDO

El marco regulatorio aplicable en relación con el ruido ambiental en el entorno de estudio está constituido por la normativa estatal, autonómica y regional.

Las normas vigentes en la materia son las siguientes:

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- Decreto 55/2012, de 15 de marzo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid.

Los transformadores vibran durante el funcionamiento, lo que produce un zumbido característico que se clasifica como "ruido". Este se caracteriza por tonos puros, cuyas frecuencias se encuentran dentro del espectro del habla humana, causando molestias e irritación.



En los transformadores de potencia hay tres fuentes de sonido/ruido:

- Ruido del núcleo, producido por los efectos de la magnetostricción.
- Ruido de carga, producido por las fuerzas electromagnéticas en los devanados y en los componentes estructurales a causa de las fugas de flujo asociadas a la corriente.
- Sonido producido por el funcionamiento de los equipos de refrigeración, ventiladores y bombas.

De acuerdo con la norma UNE-EN 60076-10, aplicable específicamente a los transformadores de potencia, el nivel de potencia acústica en función del nivel de presión viene dado por la siguiente expresión:

$$L_{WA} = L_{PA} + 10 * \log_{10} \frac{S}{S_0}$$

Donde:

- S corresponde al área de la superficie de medida dada por la ecuación $S = (h + 2) * I_m$.
- h, altura en m de la cuba del transformador.
- I_m , es la longitud en m del contorno prescrito.
- 2, es la distancia de medida en metros desde la superficie principal de emisión (a la que se encuentra el contorno prescrito en el que se deben tomar las medidas cuando el transformador dispone de servicios auxiliares de refrigeración de aire forzado en servicio)
- S_0 es el área de referencia ($1 m^2$).
- L_{PA} : nivel de presión acústica indicado en la ficha técnica del fabricante de los transformadores (ONAF) dB(A)

Por tanto, con los datos actuales del proyecto como las dimensiones aproximadas máximas de la cuba y de los radiadores de los transformadores, las expresiones quedarían de la siguiente forma:

TRANSFORMER TECHNICAL DATA				
Rated power	kVA	3500		
Terminal arrangement		Primary	Secondary	
Terminal conductor	sq.mm.	95-120	240-500	
Diameter range	mm.	9.0-14.2	18.4-29.2	
Number of circuit	-	2	6	
Transformer oil grade		IEC 60296		
Type of oil	-	Mineral oil (PCB content free)		
Oil dielectric breakdown (ASTM D 877)	kV	≥ 30		
Insulation resistance test by		Pri. - Sec.	Pri. - E.	Sec. - E.
2500 Vdc Megger	M ohm	≥ 1000	≥ 1000	≥ 1000
Noise level	dB	≤ 56		
Colour of tank	-	Grey		

La longitud del contorno aproximada de uno de los transformadores se determina (2,15 m de largo, 1,07 m de ancho, y 2,3 m de altura), por lo que

$$L_m = (2,15 + 1,07) * 2 = 6,44 m$$

Y el área de la superficie medida aproximada:

$$S = 6,44 * (2,3 + 2) = 27,8 m^2$$



Sustituyendo en la fórmula de

$$L_{WA} = 56 + 10 * \log_{10} 27,8 = 57,44 \text{ dB}$$

Por tanto, la potencia acústica aparente de un transformador es 57,44 dB.

Desde el punto de vista acústico, cuando se disponen de múltiples fuentes sonoras de características similares, como es nuestro caso, el nivel de presión sonora total ($L_{PA(total)}$), no se obtiene por la suma aritmética, sino mediante la suma logarítmica, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$L_{PA(total)} = L_{PA} + 10 * \log_{10}(N)$$

Donde:

- L_{PA} : es el nivel de presión sonora individual de cada transformador en dB.
- N : es el número total de transformadores en operación simultánea.

En el escenario final de los dos transformadores, se obtiene:

$$L_{WA(total)} = 57,75 \text{ dB}$$

Según la tabla A1 del Anexo III del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, los valores límite de inmisión de ruido aplicables al proyecto son los siguientes:

Tabla 3.-Tabla A1 -Anexo III del Real Decreto 1367/2007

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	70	70	60

Con estos cálculos queda justificado el cumplimiento de límites de ruido.

4.7 JUSTIFICACIÓN DE VENTILACIÓN SEGÚN ITC RAT-14

Los edificios contarán con rejillas de ventilación natural, las cuales están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera que impida el paso de pequeños animales y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.



5 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN CT-CPM

5.1 CÁLCULOS DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Según la ITC-LAT-06, para cableados enterrados en zanja en el interior de tubos, las intensidades máximas admisibles en servicio permanente se establecen en la Tabla 12.

El conductor utilizado es AL HEPRZ1 12/20 kV 1X240/16.

Figura 10.- Intensidades máximas admisibles

Sección (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

Valores establecidos para un único circuito a una profundidad de 1 metros, en un terreno con una resistividad térmica de 1,5 K·m/W y a una temperatura de 25°C.

Esta intensidad debe corregirse dado que en ciertos puntos del trazado la profundidad será de 80cm, siendo el coeficiente de corrección 1,02. Pudiendo desprejarse al ser el único factor de corrección, y estando del lado de la seguridad.

La intensidad que circulará por la línea teniendo en cuenta la potencia a evacuar de la planta fotovoltaica, viene dada por la siguiente ecuación.

$$I_{calc} = I_{diseño} \cdot 1,1 = \frac{P_{evac}}{U_n \cdot \cos(\phi) \cdot \sqrt{3}} \cdot 1,1$$

Donde:

P_{evac} : Potencia concedida de acceso y conexión [4,41 MW]

U_n : Tensión de MT. [15 kV]

$\cos(\phi)$: Factor de potencia [0,9]

$$I_{diseño} = \frac{4410}{15 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3}} = 188,6 A$$

$$I_{calc} = 188,6 \cdot 1,10 = 207,46A$$

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es:



$$P_{m\acute{a}x} = I_{m\acute{a}x.adm.} \cdot U_n \cdot \cos(\phi) \cdot \sqrt{3}$$

Siendo $I_{m\acute{a}x.adm.}$ la intensidad máxima admisible para el conductor, 345 A.

$$P_{m\acute{a}x} = 345 \cdot 15 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} = 8.067 \text{ kW}$$

5.2 CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO MÁXIMO

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calculan de acuerdo a la UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las densidades de corriente que se indica a continuación.

Estas densidades de corriente se calculan de acuerdo con las temperaturas específicas de la tabla 5, considerando como temperatura inicial θ_i , la máxima asignada al conductor para servicio permanente θ_s , y como temperatura final la asignada al conductor para cortocircuitos de duración inferior a 5 segundos, θ_{cc} . En el calculo se considera que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta.

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I_{cc} : corriente de cortocircuito.

S: sección del conductor.

K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

t_{cc} duración del cortocircuito.

De la tabla 5 de la ITC-LAT 06 obtenemos los valores de temperatura.

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θ_s	Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5$ s)
Policloruro de vinilo (PVC)*		
S \leq 300 mm ²	70	160
S > 300 mm ²	70	140
Polietileno reticulado(XLPE)	90	250
Etileno – Propileno (EPR)	90	250
Etileno - Propileno de alto módulo (HEPR)	105 para $U_0/U \leq 18/30$ kV 90 para $U_0/U > 18/30$ kV	250

En la Tabla 26 obtenemos el valor K, conociendo que $\Delta\theta$ es 145.



Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U_{\leq} 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* $\Delta\theta$ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{89 \cdot 240}{\sqrt{1}} = 21.360 \text{ A}$$

Por tanto, es posible calcular la potencia de cortocircuito.

$$S_{cc} = I_{cc} \cdot U_n \cdot \sqrt{3}$$

$$S_{cc} = 21.360 \cdot 15 \cdot \sqrt{3} = 554,95 \text{ MVA}$$

5.3 CÁLCULOS DE CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión que se produce en una línea trifásica viene determinada por la fórmula:

$$U = \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)$$

Donde,

U: Caída de tensión en V

I: Intensidad en A.

l: Longitud de la línea en km. [550 m]

R: Resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura de servicio en Ω/Km

X: Reactancia a frecuencia en Ω/km

ϕ : Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

La resistencia a temperatura de servicio se calcula mediante la siguiente formula

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

$$R_{20} = \rho_{20} L/S$$

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

Donde:

R_t : resistencia del conductor a la temperatura θ .

R_{20} : resistencia del conductor a la temperatura de 20 °C.

α : coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$.



ρ_{θ} : resistividad del conductor a la temperatura θ .

ρ_{20} : resistividad del conductor a la temperatura 20 °C.

S: sección del conductor en mm^2 .

Para un conductor de aluminio a 20 °C según UNE-EN IEC 62641:2023 tendremos:

- Resistividad: 0,02826 ($\Omega \cdot mm^2/m$)
- Coeficiente α : 0,00407 ($^{\circ}C^{-1}$)

Para calcular la temperatura del conductor en las condiciones de montaje (25 °C para cables enterrados) se utilizará la siguiente ecuación:

$$\theta = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{m\acute{a}x}} \right)^2$$

Donde:

θ : temperatura permanente del conductor en las condiciones de trabajo.

T_0 : temperatura ambiente del conductor. [25 °C]

$T_{m\acute{a}x}$: temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (105 °C para aislamiento de HEPR, según tabla 5);

I : intensidad prevista para el conductor en condición de trabajo nominal [207,46 A].

$I_{m\acute{a}x}$: intensidad máxima admisible para el conductor según el sistema de instalación. [345 A]

$$\theta = 25 + (105 - 25) \cdot \left(\frac{207,46}{345} \right)^2 = 53,93 \text{ }^{\circ}C$$

$$\rho_{\theta} = 0,02826 \cdot [1 + 0,00407 \cdot (53,93 - 20)] = 0,0316 \text{ } \Omega \text{ } mm^2/m$$

$$R_{20} = 0,02826 \cdot \frac{550}{240} = 0,06476 \text{ } \Omega$$

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)] = 0,2625 \cdot [1 + 0,00407 \cdot (53,93 - 20)] = 0,2987 \text{ } \Omega$$

El valor de la reactancia (X) se determina según la geometría en la que se instala. En nuestro caso la instalación se realiza al tresbolillo, por lo que puede estimarse, de manera conservadora, en 0,1 Ω/km .

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 207,46 \cdot 0,550 \cdot (0,2987 \cdot 0,9 + 0,1 \cdot 0,436) = 61,75$$

$$\% U = \frac{\Delta U}{U} = \frac{61,75}{15000} = 0,41 \%$$

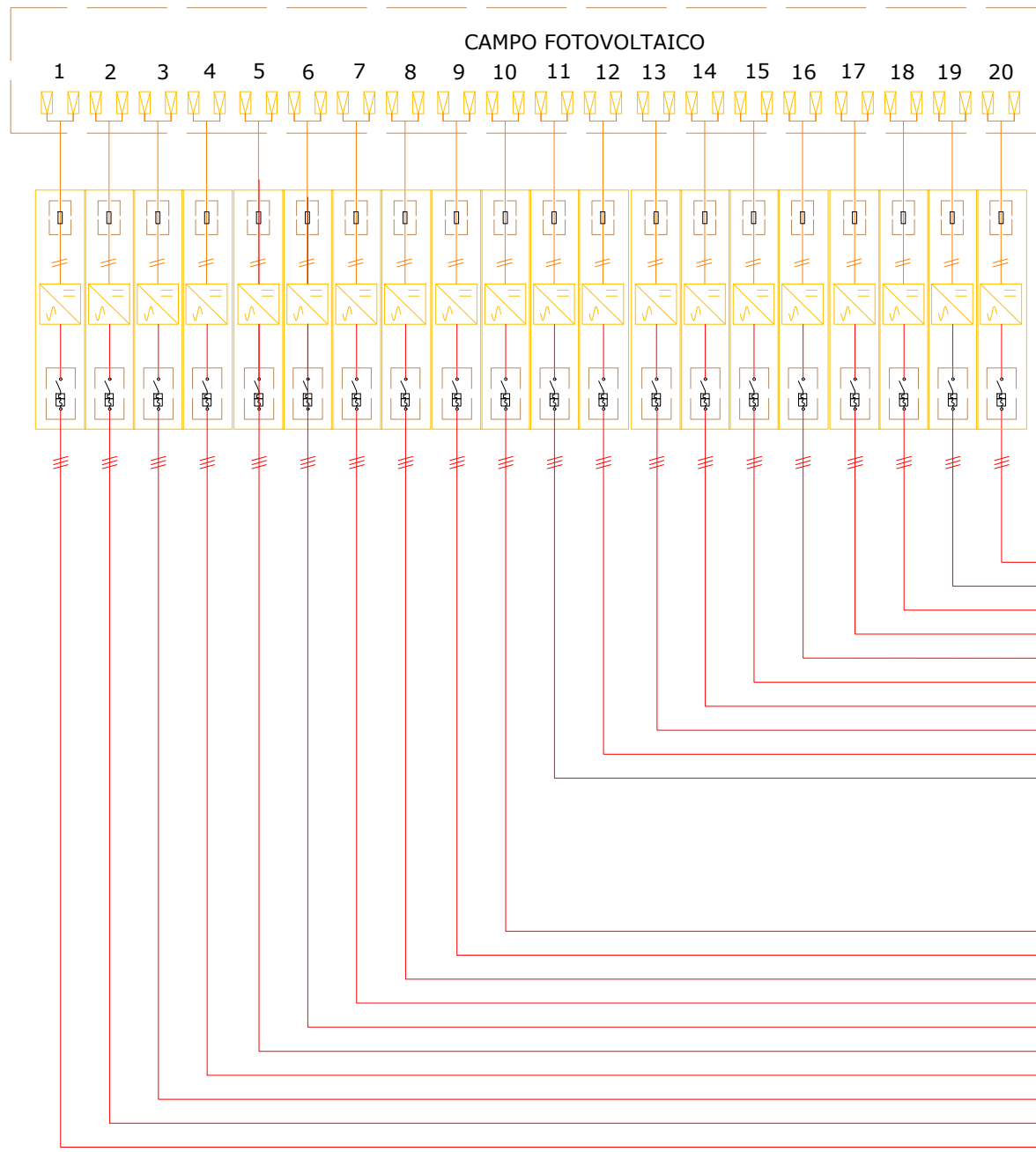


La caída de tensión máxima de la instalación, calculada de la forma más desfavorable, tiene un valor de 0,41%. En base al resultado se puede afirmar que la sección seleccionada cumple el criterio de caída de tensión máxima admisible.

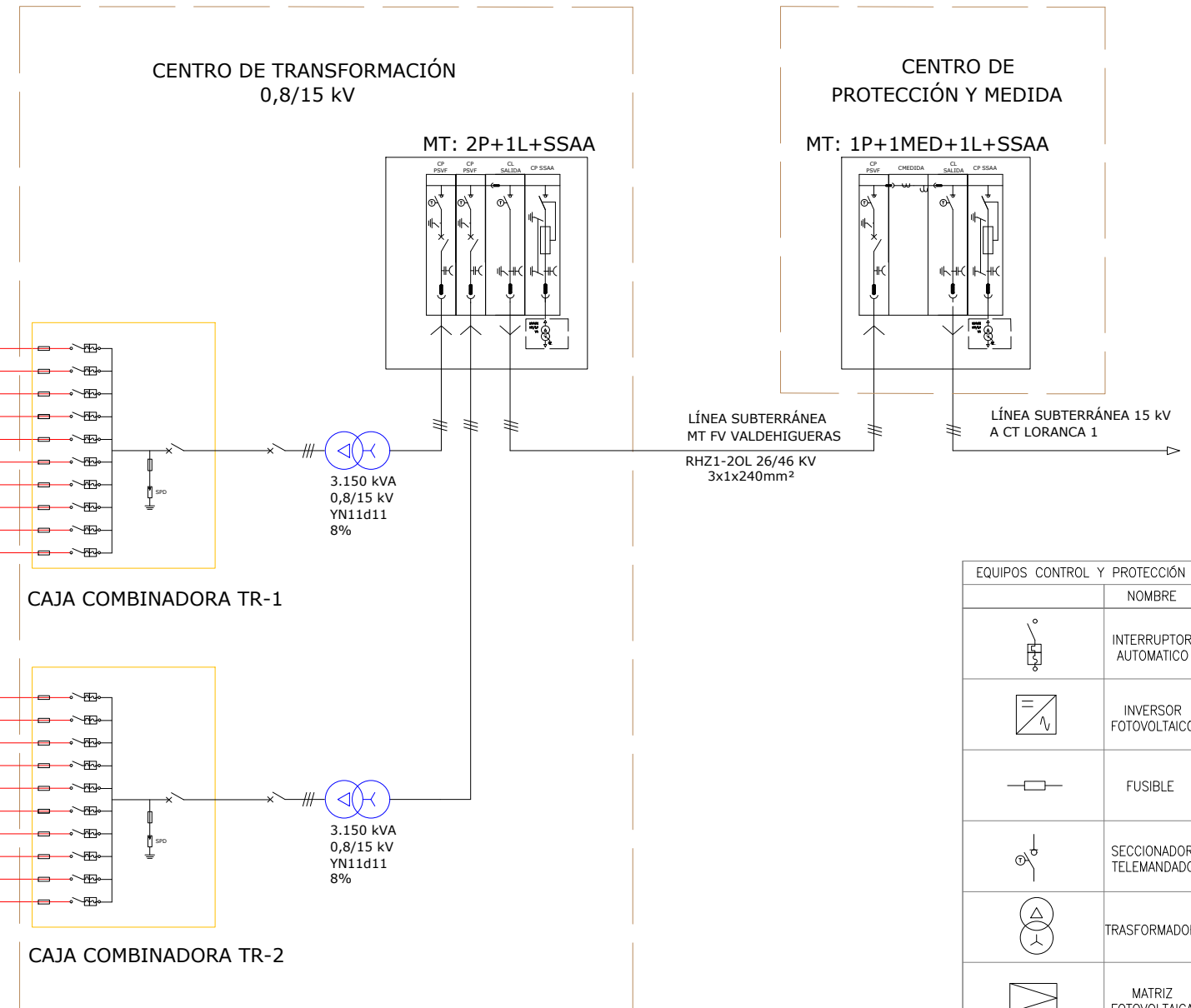
Se actualizan los planos para aclarar esta errata, corroborando el uso de conductores AL HEPRZ1 12/20 kV 1X240/16.



ANEJO - PLANOS



Inversores:
 20x**250,00 kVA**
 Uac 3x800 V



EQUIPOS CONTROL Y PROTECCIÓN	
	NOMBRE
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	FUSIBLE
	SECCIONADOR TELEMANDADO
	TRANSFORMADOR
	MATRIZ FOTOVOLTAICA
	INTERRUPTOR

ESQUEMA UNIFILAR BT
 Escala: S/E

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	MAB	JBA	CVJ
1A	MODIFICADO	JBA	MFT	MBA	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**PARQUE FOTOVOLTAICO
 FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

ESQUEMA UNIFILAR BT

SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum.
 Executing your renewable vision

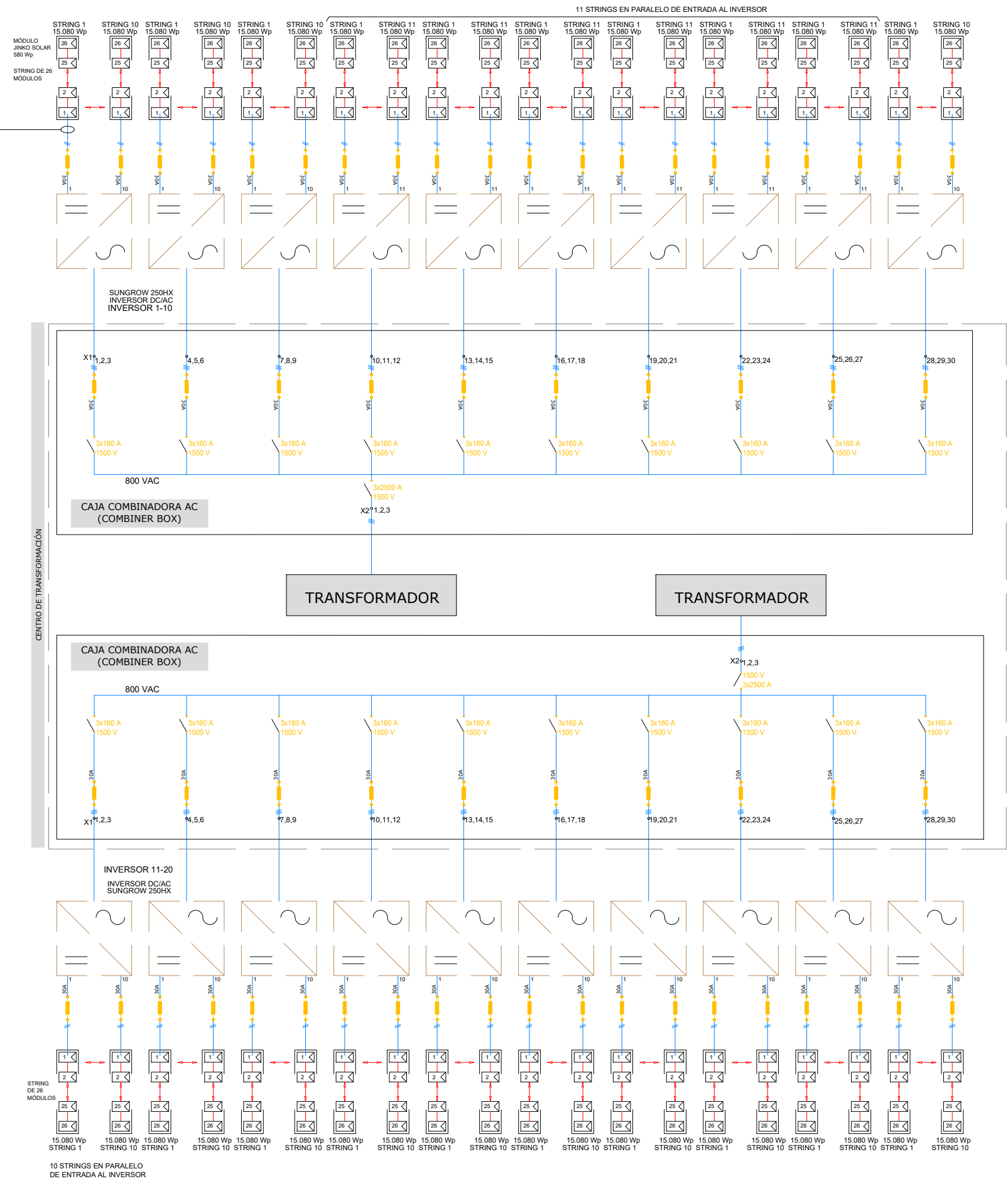
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
JBA	JBA	22/01/2024	ESCALA
MFT	MFT	03/06/2026	S/E
MBA	MBA	03/06/2026	Nº DE PLANO
JMO	JMO	03/06/2026	EL.102-1A 1/2

SIMBOLOGIA	
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	PV PARARRAYOS
	FUSIBLE
	INTERRUPTOR SECCIONADOR
	TRANSFORMADOR

Inversor	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 1	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 2	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 3	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 4	22	11	572	331,76 kWp	250
Inversor 5	22	11	572	331,76 kWp	250
Inversor 6	22	11	572	331,76 kWp	250
Inversor 7	22	11	572	331,76 kWp	250
Inversor 8	22	11	572	331,76 kWp	250
Inversor 9	22	11	572	331,76 kWp	250
Inversor 10	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 11	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 12	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 13	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 14	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 15	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 16	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 17	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 18	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 19	20	10	520	301,60 kWp	250
Inversor 20	20	10	520	301,60 kWp	250
Total	206	10.712	6212,96 kWp	5000,00 kW	

*En el centro de transformación, las protecciones y equipos sugeridos dependerán posteriormente de los datos suministrados por el fabricante.

ESQUEMA UNIFILAR BT
Escala: S/E



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	MAB	JBA	CVJ
1A	MODIFICADO	JBA	MFT	MBA	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

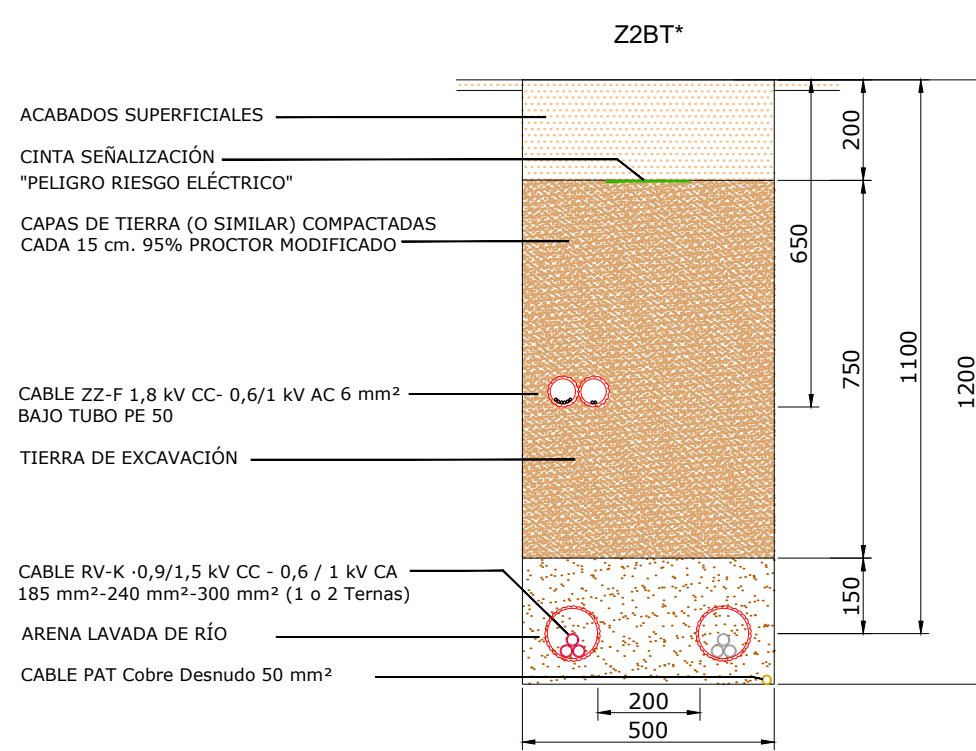
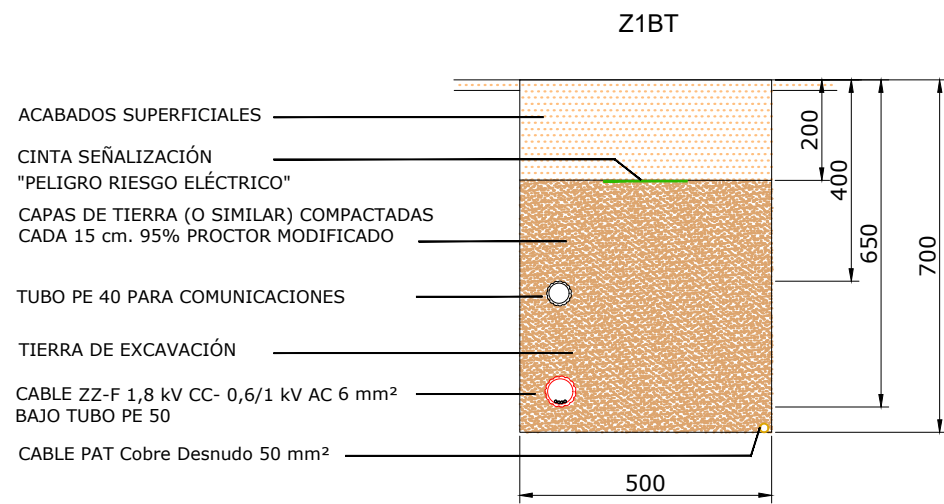
ESQUEMA UNIFILAR BT

SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

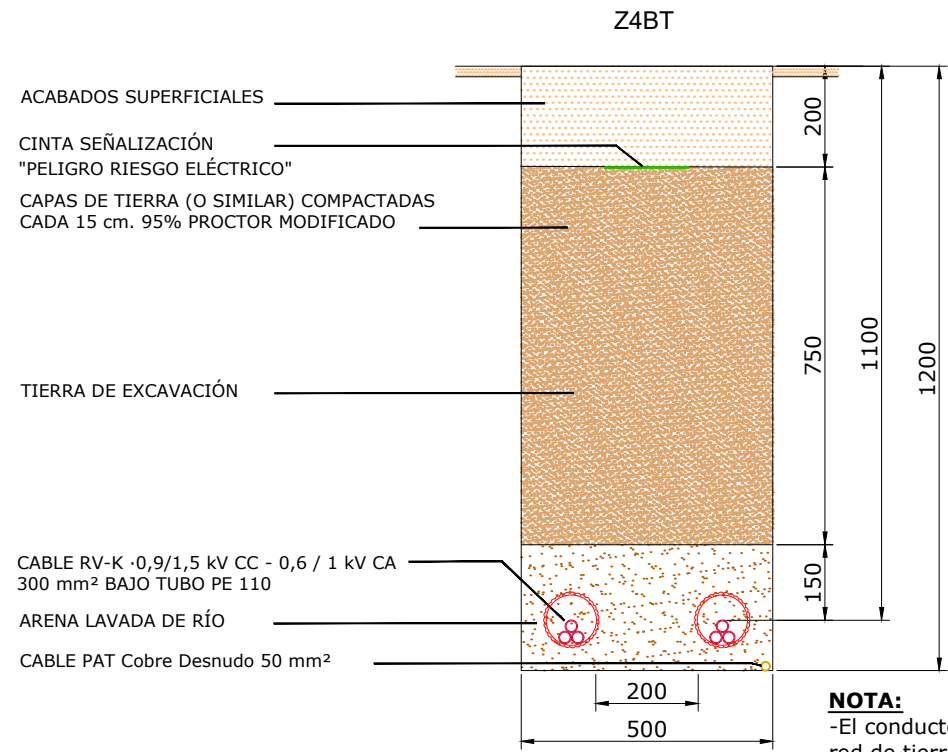
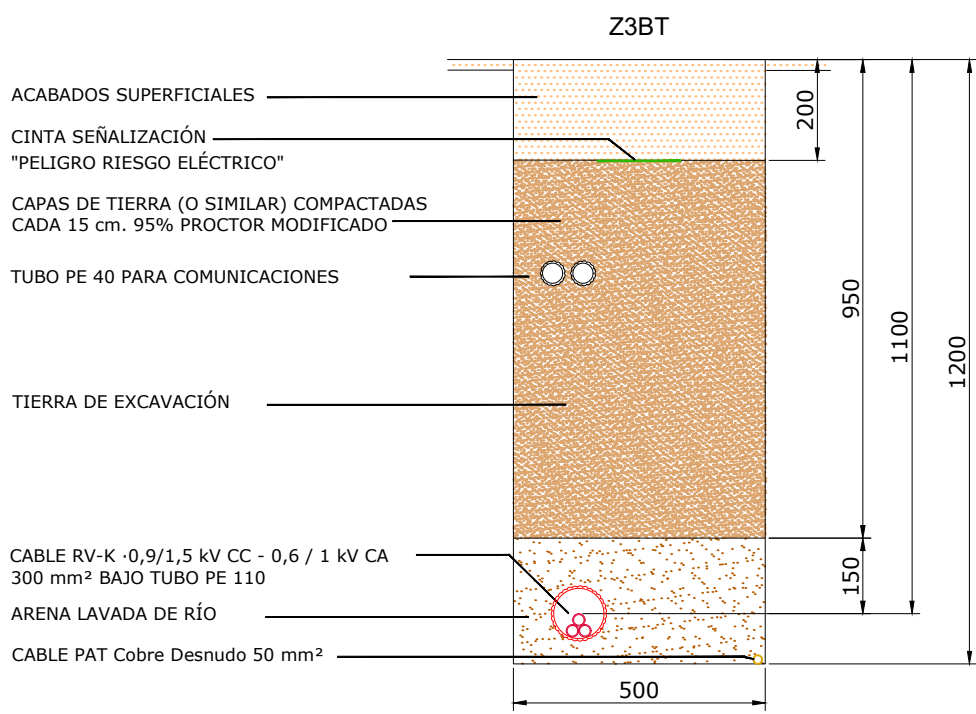
CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO
JBA	JBA	22/01/2024	JMO
MFT	MFT	03/06/2026	S/E
MAB	MAB	03/06/2026	
CVJ	CVJ	03/06/2026	Nº DE PLANO EL.102-1A 2/2



*Solo en casos donde Cable ZZ-F y RV-K comparten la misma zanja



NOTA:
 -El conductor de PAT se coloca en los tramos donde coincida la red de tierras con el trazado de la Zanja
 -Los Conductores de Baja tensión de conexión entre Módulos estarán entubados y tendidos a una distancia mínima de 60 cm de la superficie
 -Los Conductores de salida de cada inversor estarán directamente enterrados a una distancia mínima de 110 cm de la superficie
 -En caso de que aplique, el conductor de comunicaciones irá canalizado en tubería a 40 cm de la superficie

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	ASD	MAB	CVJ
1A	MODIFICADO	JBA	MFT	MAB	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO

**PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

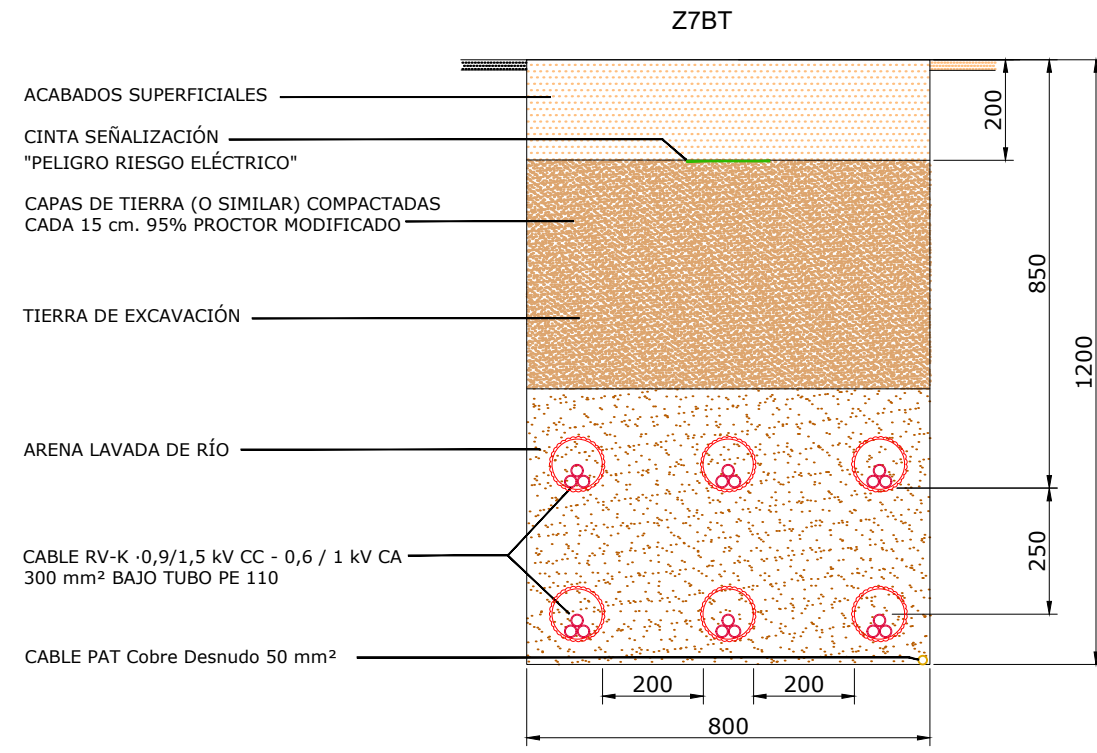
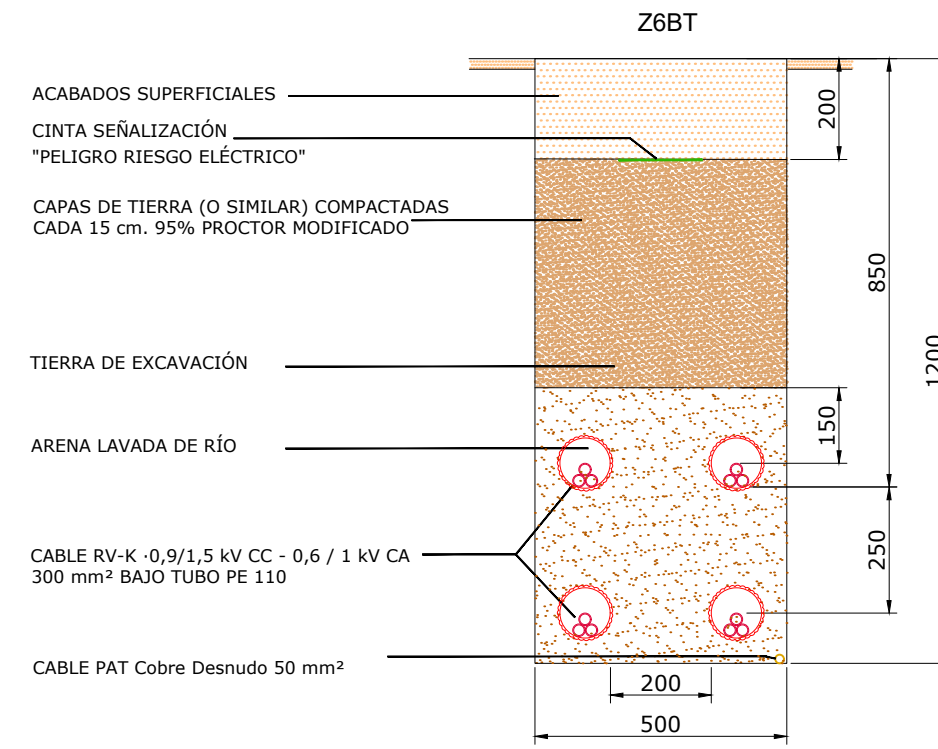
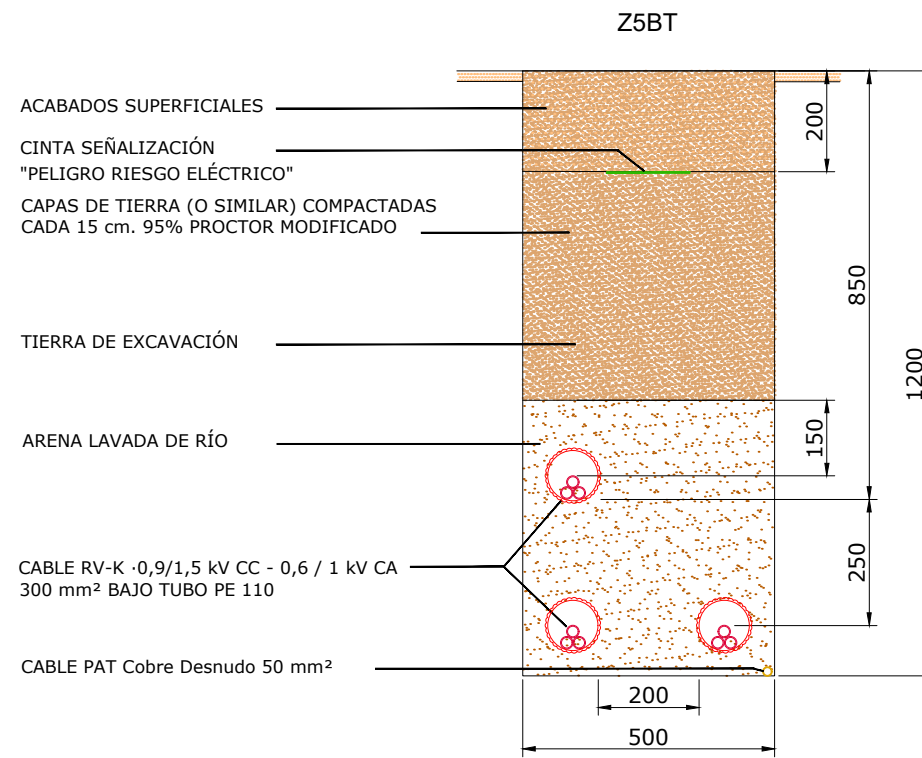
SECCIONES ZANJAS BT

SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JBA	JBA	06/02/2024	ESCALA 1/15
MFT	MFT	03/06/2026	
MAB	MAB	03/06/2026	
JMO	JMO	03/06/2026	Nº DE PLANO CV.104-1A 1/3



NOTA:

- El conductor de PAT se coloca en los tramos donde coincida la red de tierras con el trazado de la Zanja
- Los Conductores de Baja tensión de conexión entre Módulos estarán entubados y tendidos a una distancia mínima de 60 cm de la superficie
- Los Conductores de salida de cada inversor estarán directamente enterrados a una distancia mínima de 110 cm de la superficie
- En caso de que aplique, el conductor de comunicaciones irá canalizado en tubería a 40 cm de la superficie

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	ASD	MAB	CVJ
1A	MODIFICADO	JBA	MFT	MAB	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO

**PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

SECCIONES ZANJAS BT

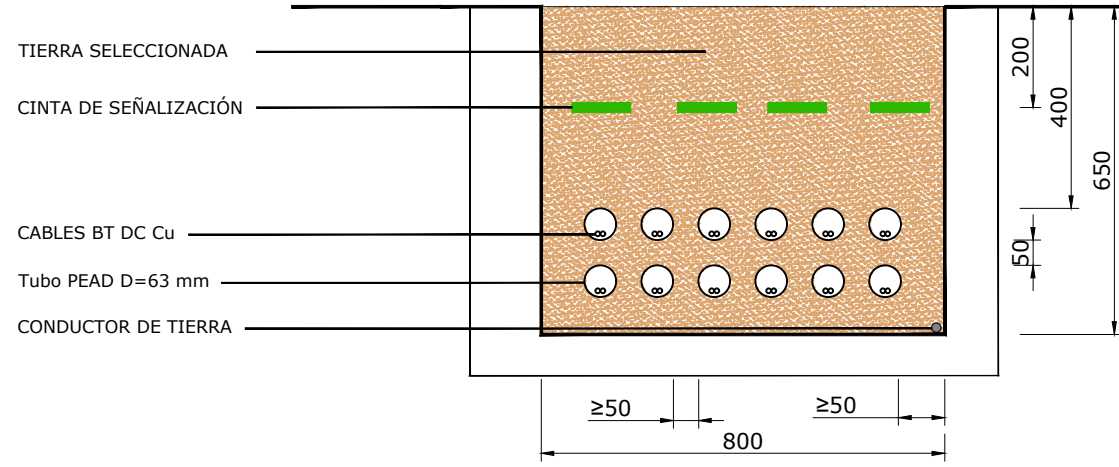
SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

CONTACTO:

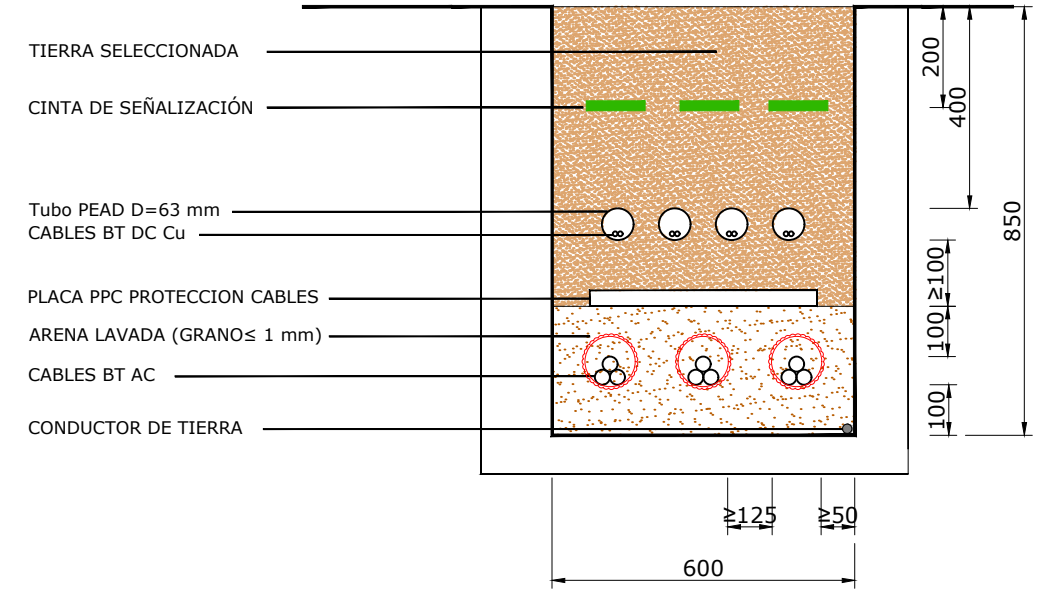
ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JBA	JBA	06/02/2024	ESCALA
MFT	MFT	03/06/2026	1/15
MAB	MAB	03/06/2026	Nº DE PLANO
CVJ	CVJ	03/06/2026	CV.104-1A 2/3

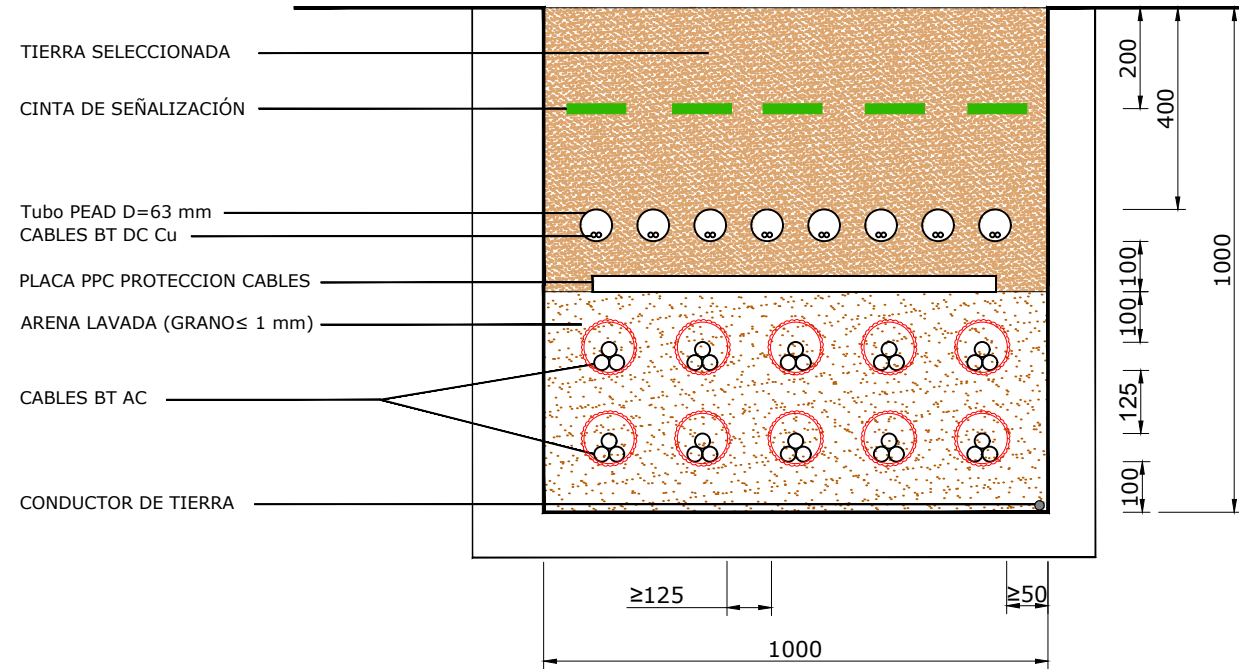
"LV-DC Cu 12BI"



"LV-DC Cu 4-AC 3C"



"LV-DC Cu 8-AC 10CBI"



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	ASD	MAB	CVJ
1A	MODIFICADO	JBA	MFT	MAB	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO

**PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

SECCIONES ZANJAS BT

SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

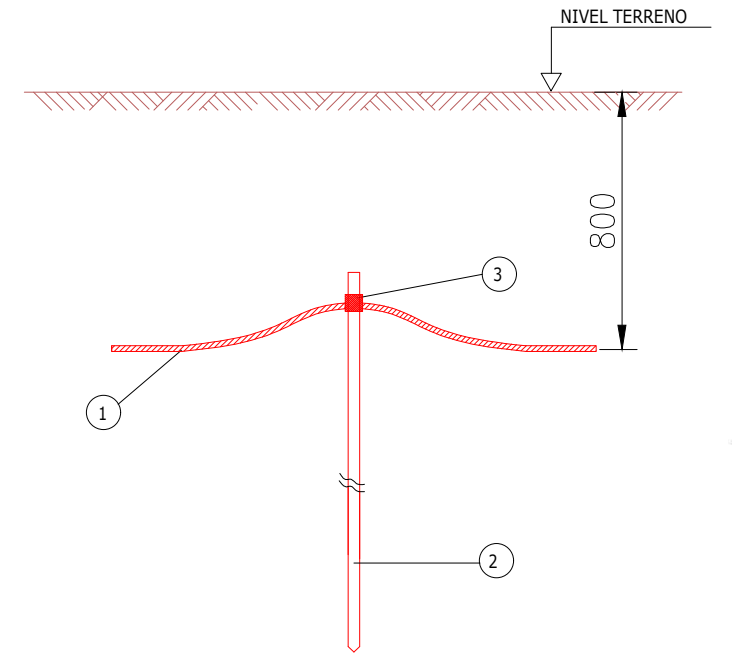
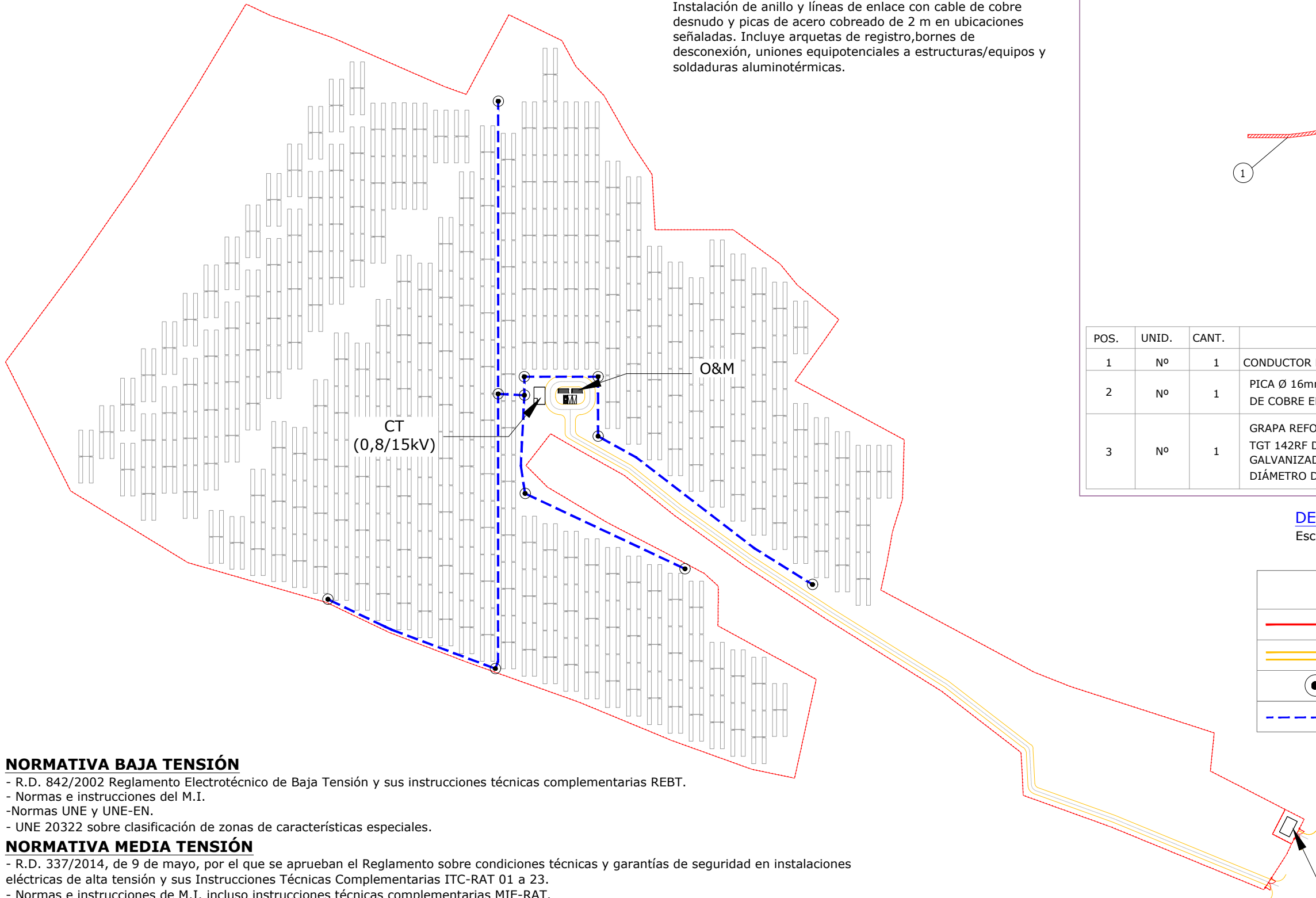
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JBA	JBA	06/02/2024	ESCALA
MFT	MFT	03/06/2026	1/15
MAB	MAB	03/06/2026	Nº DE PLANO
CVJ	CVJ	03/06/2026	CV.104-1A 3/3



T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID, ESPAÑA)

NOTA:

Red de puesta a tierra para Planta FV:
 Instalación de anillo y líneas de enlace con cable de cobre desnudo y picas de acero cobreado de 2 m en ubicaciones señaladas. Incluye arquetas de registro, bornes de desconexión, uniones equipotenciales a estructuras/equipos y soldaduras aluminotérmicas.



POS.	UNID.	CANT.	DESCRIPCION
1	Nº	1	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO
2	Nº	1	PICA Ø 16mm LARGO= 2m DE ACERO GALVANIZADO CON RECUBRIMIENTO DE COBRE ELECTROLÍTICO.
3	Nº	1	GRAPA REFORZADA PARA UNIÓN DE PICAS CON LA MALLA DE TIERRA. TIPO TGT 142RF DE LA MARCA SOFAMEL. DE LATÓN CON ABARCÓN DE ACERO GALVANIZADO. PARA SECCIONES DE CABLE ENTRE 35 Y 150mm² Y PARA DIÁMETRO DE PICA MÁXIMO DE 18,6mm.

DETALLE PUESTA A TIERRA DE PICA A TERRENO

Escala: S/E

LEYENDA

	Vallado
	Caminos
	Pica de Tierra
	Conductor de Cobre Desnudo

NORMATIVA BAJA TENSIÓN

- R.D. 842/2002 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias REBT.
- Normas e instrucciones del M.I.
- Normas UNE y UNE-EN.
- UNE 20322 sobre clasificación de zonas de características especiales.

NORMATIVA MEDIA TENSIÓN

- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Normas e instrucciones de M.I. incluso instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT.
- R. D. 337/2014 sobre líneas eléctricas de AT y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 010 a 23.
- Normas UNE y UNE-EN, incluso UNE-EN-211435 para conductores de hasta 30kV.

OTRAS NORMAS

- R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, protección de avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas AT.
- Decreto 89/2012, de 28 de junio, protección de avifauna y atenuar impactos ambientales.

CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

PLANTA LAYOUT

Escala: 1/2500

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	MFT	MAB	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR

LAYOUT RED DE TIERRAS BT

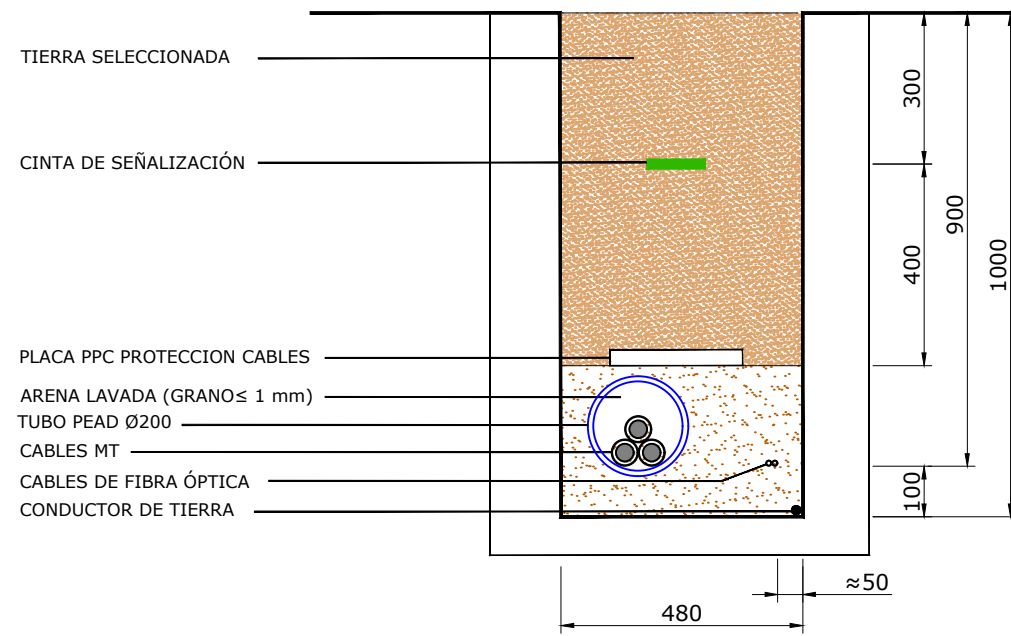
SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

CONTACTO:

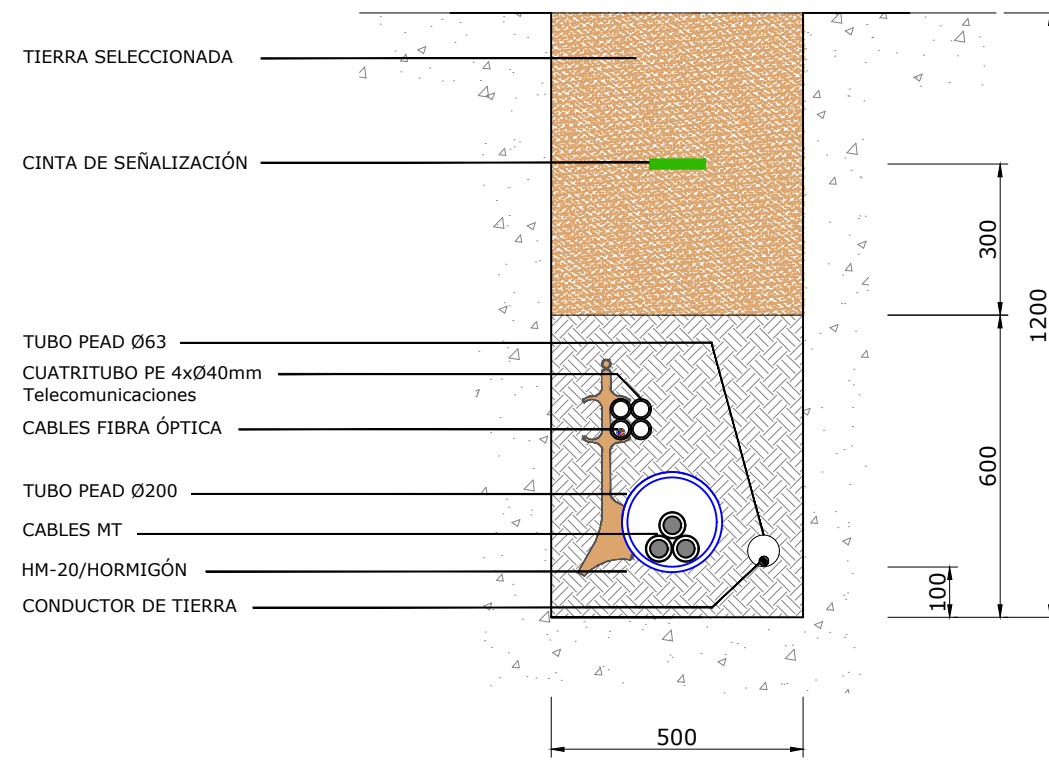
ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JBA	JBA	08/02/2024	ESCALA
MFT	MFT	03/06/2026	1/2500
MAB	MAB	03/06/2026	Nº DE PLANO
JMO	JMO	03/06/2026	EL.104-0A

"MV-1C W"



"MV-1C W"
CRUCE DE VIAL PARA 1 CIRCUITO



REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	ASD	MAB	CVJ
1A	MODIFICADO	JBA	MFT	MAB	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO

**PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

SECCIONES ZANJAS MT

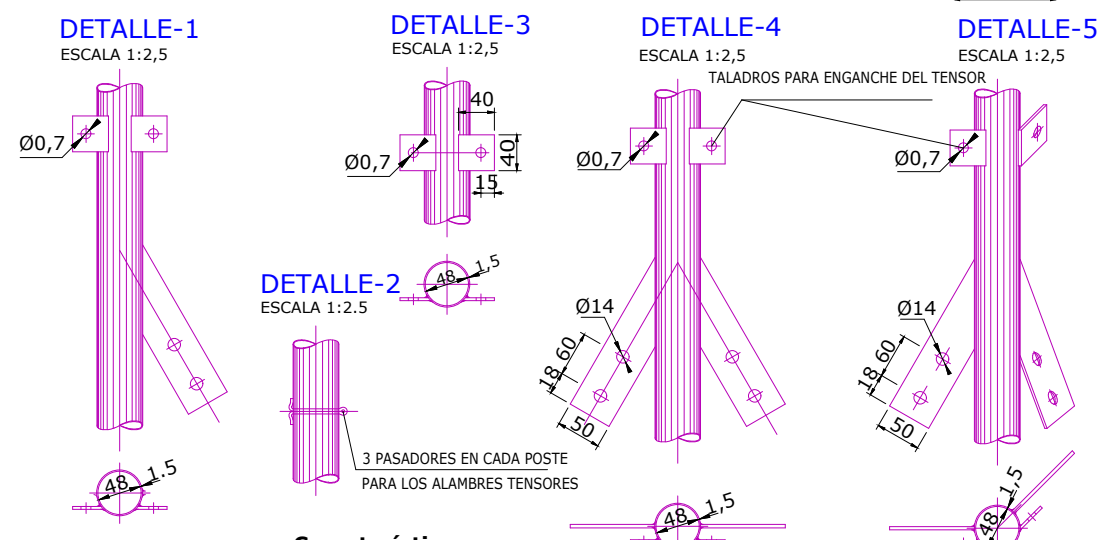
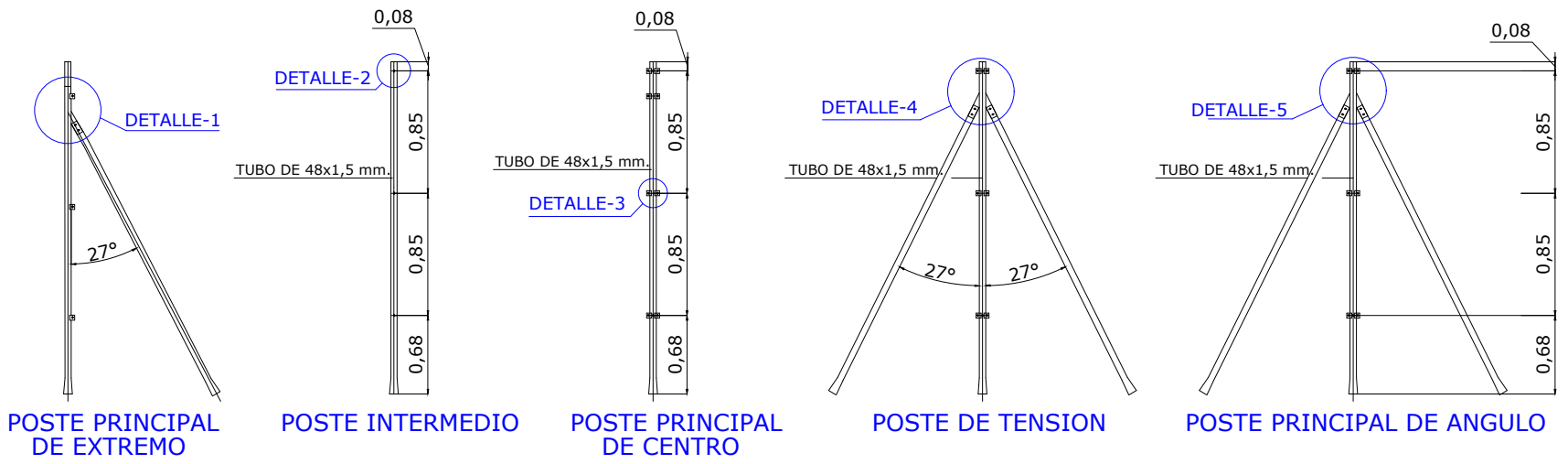
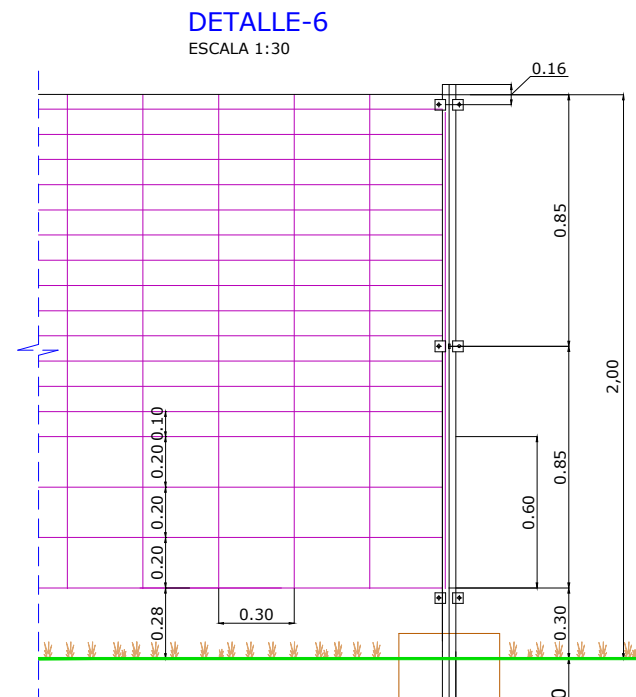
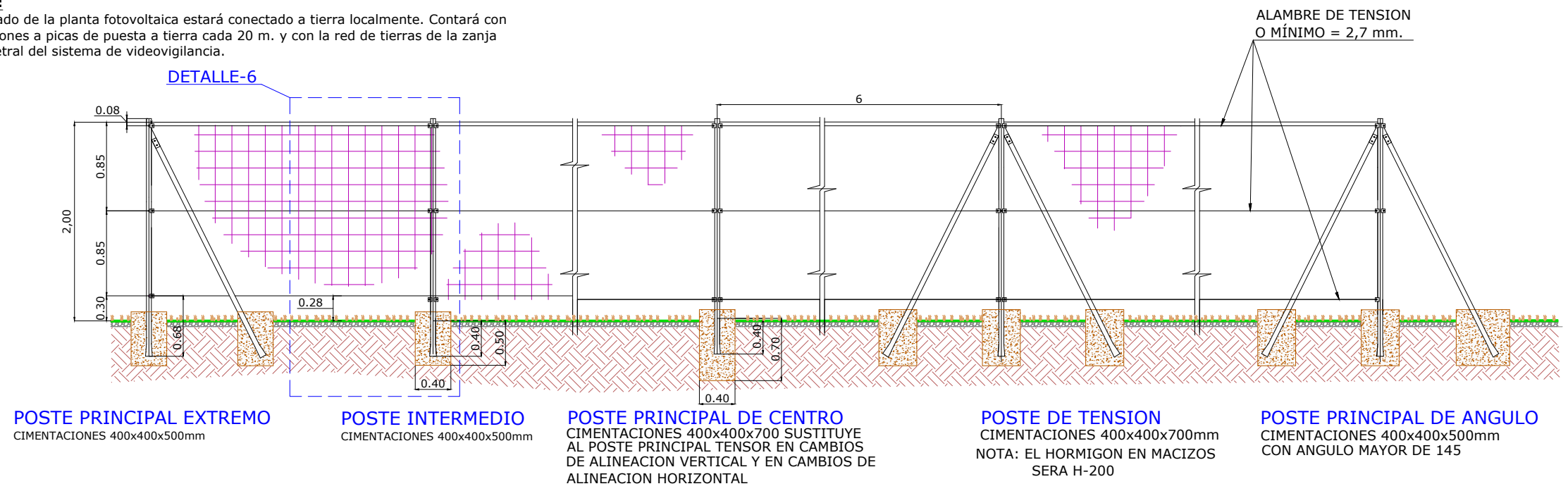
SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JBA	JBA	08/02/2024	ESCALA
MFT	MFT	03/06/2026	1/15
MAB	MAB	03/06/2026	Nº DE PLANO
JMO	JMO	03/06/2026	CV.103-1A

NOTA:
El vallado de la planta fotovoltaica estará conectado a tierra localmente. Contará con conexiones a picas de puesta a tierra cada 20 m. y con la red de tierras de la zanja perimetral del sistema de videovigilancia.

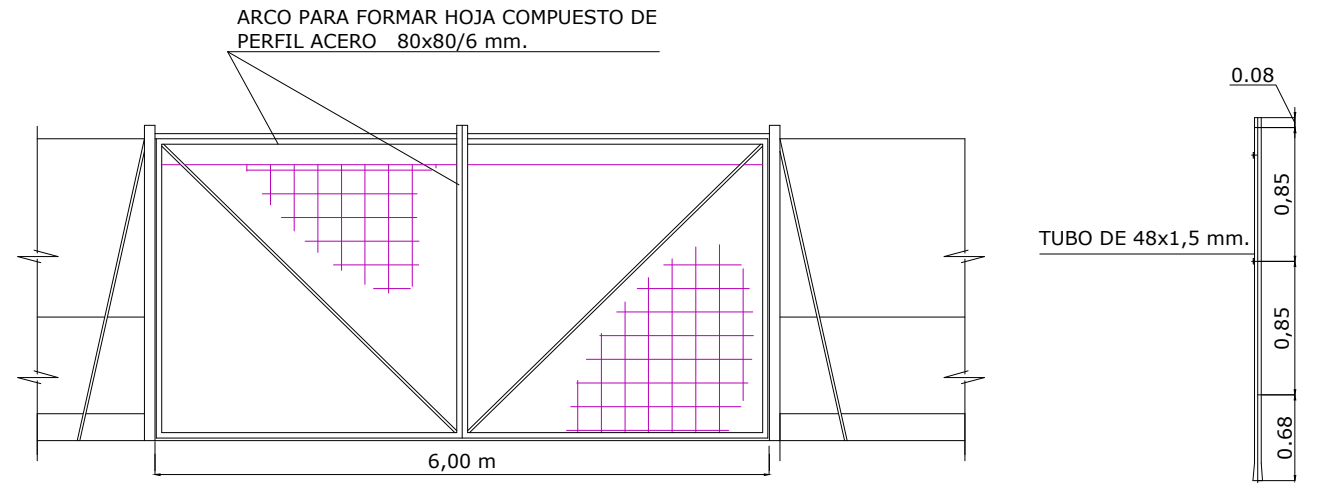


Características
Vallado Cinegético.
Malla metálica de alambre galvanizado dimensiones de 200x14x30 cm.
Altura Máx. de la malla: 2,00 metros

Cimentaciones
Poste intermedio: 40x40x50 cm
Poste principal extremo: 40x40x50 cm
Poste de tensión: 40x40x70 cm
el hormigón en macizos será H-200
Poste principal de ángulo cimentaciones: 40x40x50 cm

Separaciones
Distancia mínima entre postes de entre 5,00-6,00 metros

NORMATIVA
RD 450/2022 Código Técnico de la Edificación
Documentos Básicos CTE aplicables: Seguridad Estructural, Acero, Cimientos, etc.
Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural



PERFIL DEL VALLADO TODO EL PERÍMETRO

- 1.- LAS PUERTAS SE LOCALIZARAN EN LAS INMEDIACIONES DE ACCESO A PLANTA SERAN DEL TIPO ABATIBLES CON UN ANCHO DE 6m. DOBLE HOJA.
- 2.- LAS PUERTAS IRAN DOTADAS DE UN SISTEMA DE CERRADURA CON LLAVE UNIVERSAL

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	ASD	MAB	CVJ
1A	MODIFICADO	JBA	MFT	MAB	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

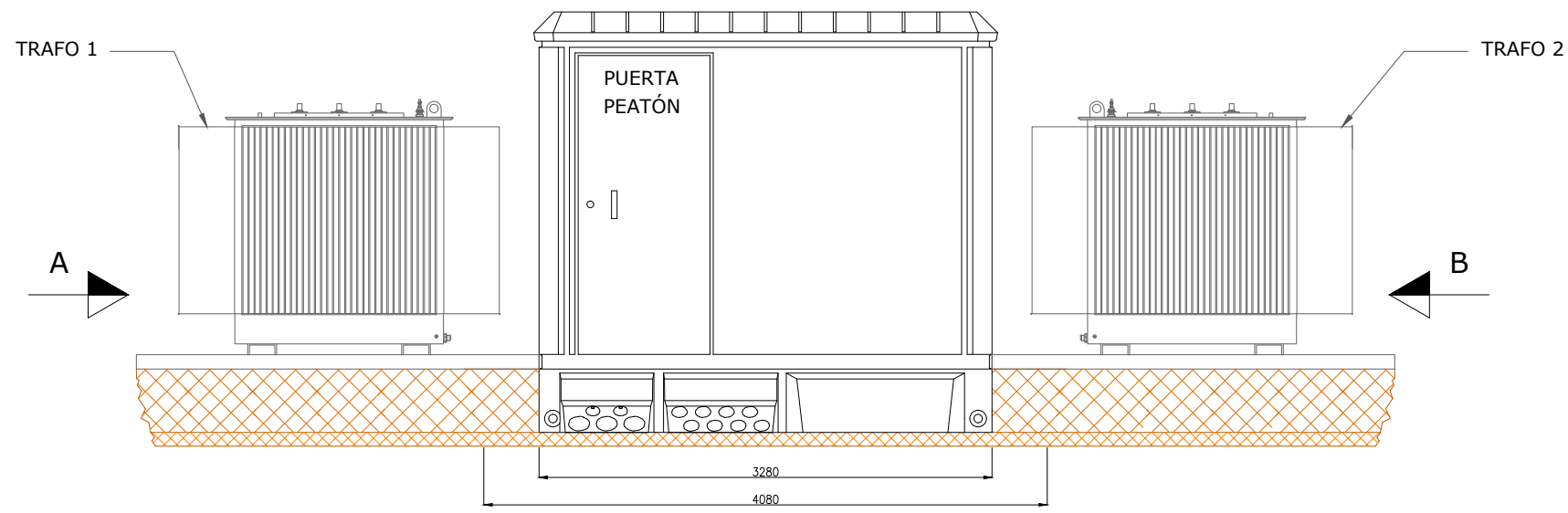
DETALLE VALLA PERIMETRAL

SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

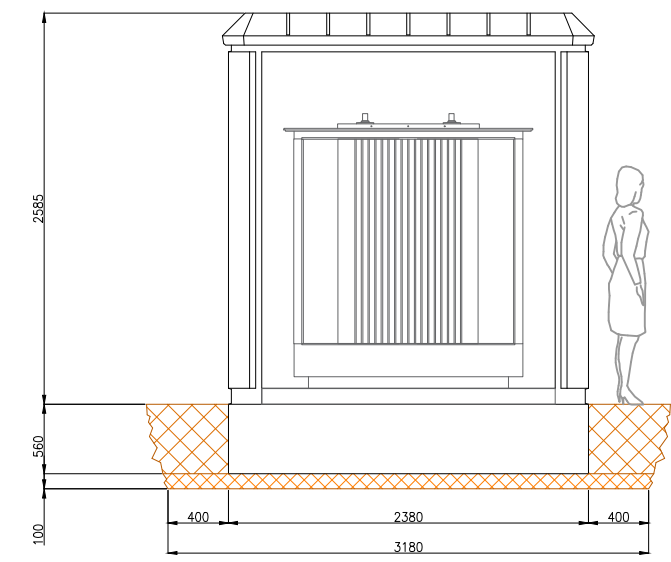
CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

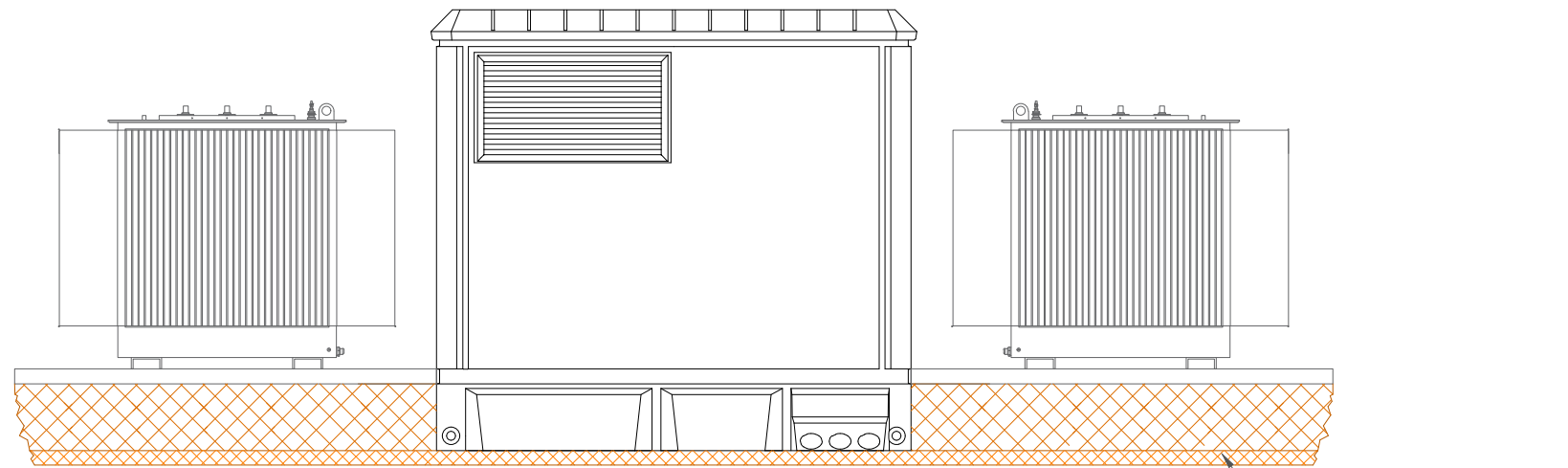
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO A3
JBA	JBA	06/02/2024	ESCALA 1/60
MFT	MFT	03/06/2026	ESCALA 1/60
MAB	MAB	03/06/2026	Nº DE PLANO MC.102-1A
JMO	JMO	03/06/2026	



ALZADO

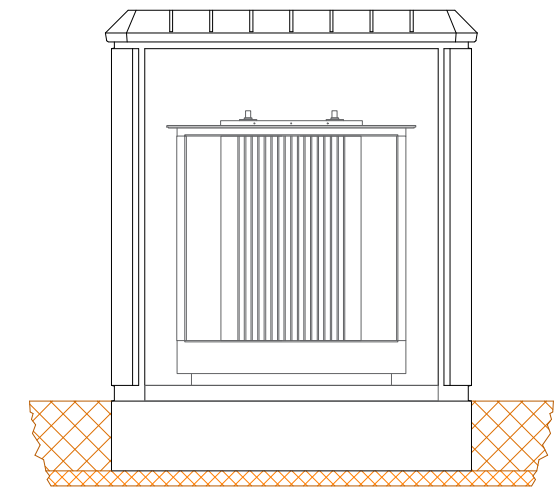


VISTA LATERAL A

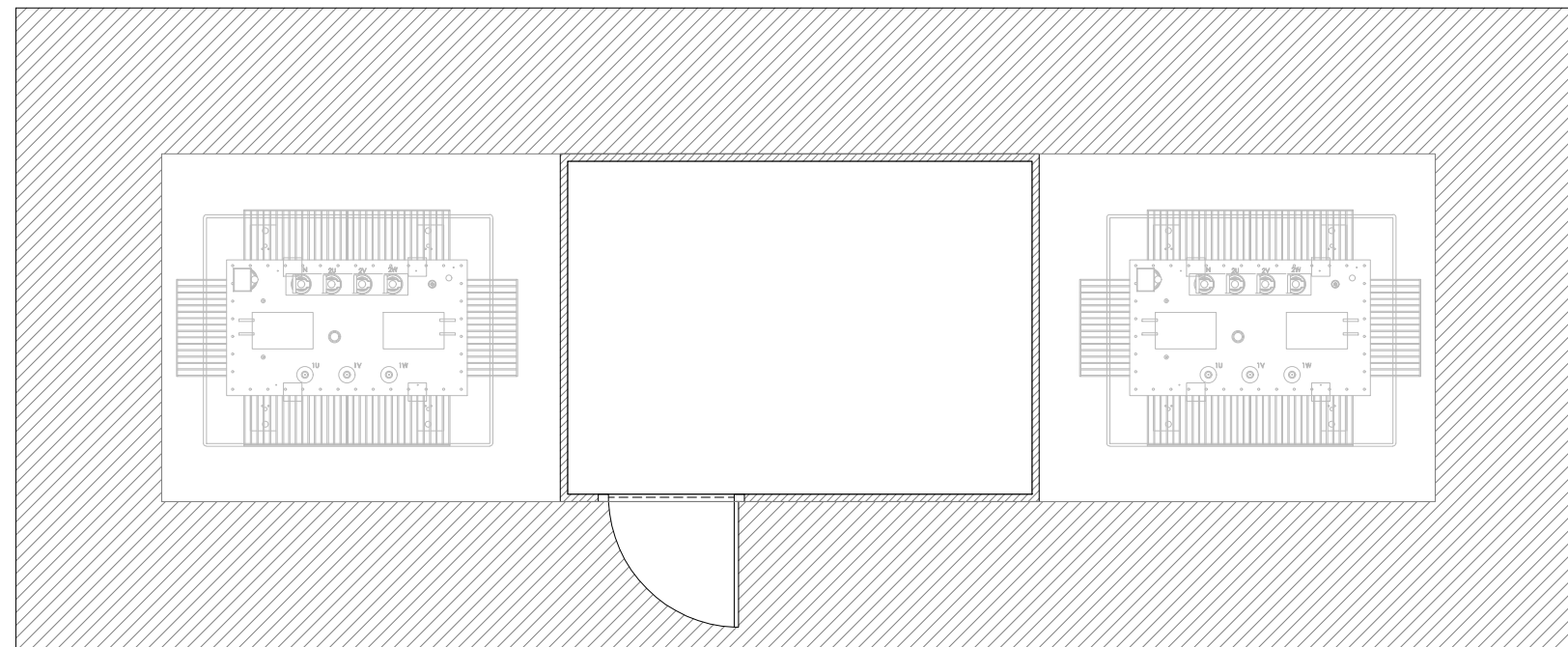


VISTA POSTERIOR

ARENA DE NIVELACIÓN



VISTA LATERAL B



PLANTA

DETALLE
Escala: S/E

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	MFT	MAB	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUADO	REVISADO	APROBADO

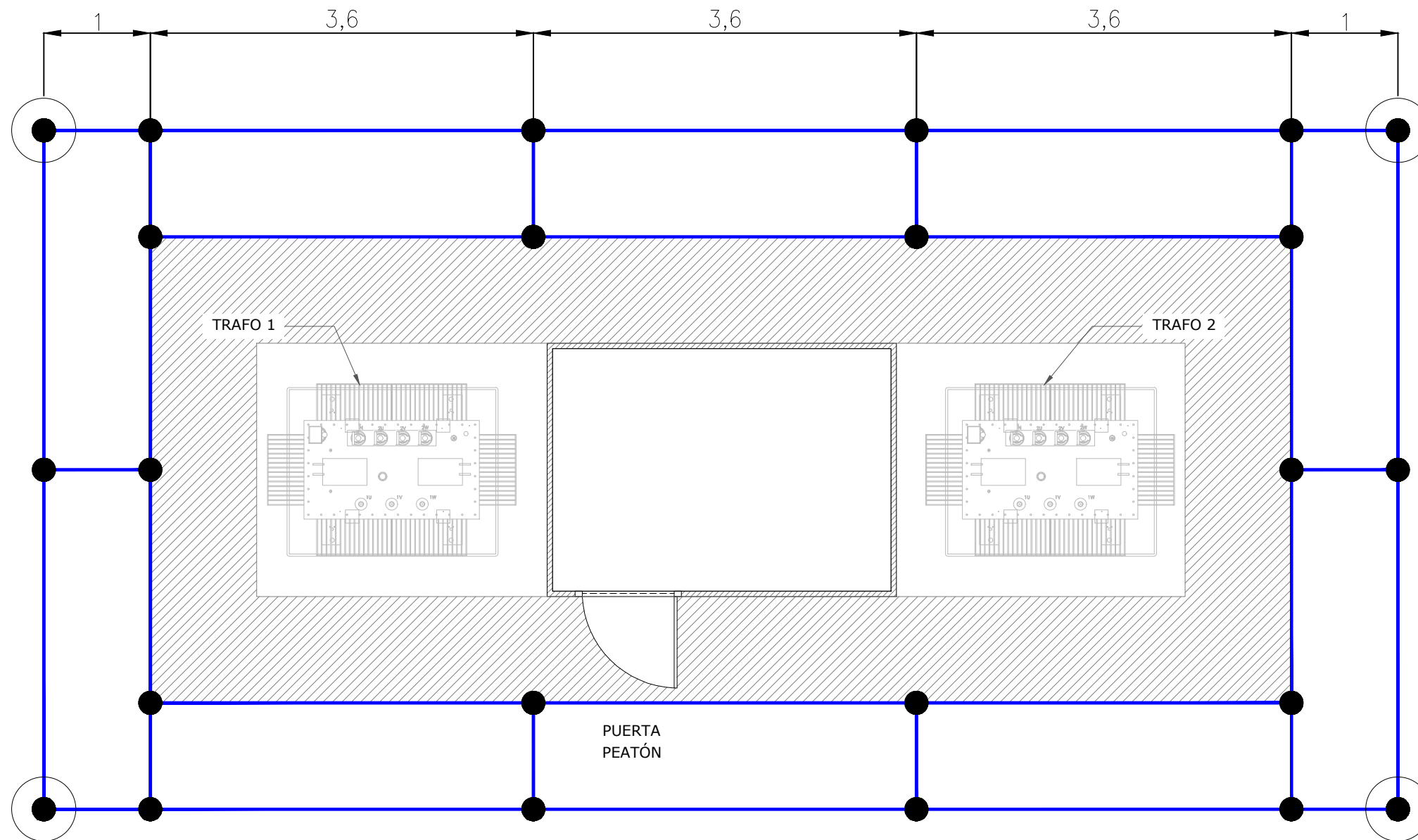
**PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

DETALLE CENTRO TRANSFORMACION

SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum. <small>Executing your renewable vision</small>			
PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO JMO
DIBUADO	MFT	03/06/2026	ESCALA
REVISADO	MAB	03/06/2026	S/E
APROBADO	JMO	03/06/2026	Nº DE PLANO
			MC.106-0A



PLANTA

CONSIDERACIONES:

- 1.- SE CONECTARÁN A TIERRA TODAS LAS MASAS METÁLICAS, ESTRUCTURAS, CUADROS DE AGRUPACIÓN, AUNQUE NO QUEDEN RECOGIDAS EN EL PRESENTE PLANO.
- 2.- LAS CONEXIONES ENTRE EQUIPOS, ESTRUCTURAS, TABLEROS Y DEMÁS Y LA PROPIA MALLA DE TIERRA, NO PRESENTARÁN EMPALMES EN TODA SU LONGITUD
- 3.- EN EQUIPOS INTERRUPTOR, SECCIONADORES, DESCARGADORES PARARRAYOS Y TRANSFORMADORES DE POTENCIAL, DISPONDRÁN DE CHICOTE DE PUESTA A TIERRA PARA ESTRUCTURAS SOPORTE Y DE FORMA INDEPENDIENTE, CHICOTE DE PUESTA TIERRA DE EQUIPO.
- 4.- LOS EQUIPOS TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCION DISPONDRÁN DE CHICOTE A CAJA CENTRALIZADORA PARA FORMAR EL NEUTRO DE TENSIONES Y CORRIENTES.
- 5.- LOS SECCIONADORES CON PUESTA A TIERRA DISPONDRÁN DE CONEXIÓN A TIERRA DE LAS ESTRUCTURAS SOPORTES, EQUIPO MÁS UNA INDEPENDIENTE PARA CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA.
- 6.- TODAS LAS CONEXIONES DE LA RED BASE SUBTERRÁNEA SE REALIZARÁ MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTERMICA TIPO CADWELD.
- 7.- TODAS LAS CONEXIONES DE CHICOTES HACIA EL EXTERIOR DEL SUELO SE REALIZARÁN CON UNIONES DE TERMOFUSIÓN.
- 8.- TODAS LAS CONEXIONES AÉREAS SE REALIZARÁN CON BRIDAS DE COMPRESIÓN DE BAJA CORROSIÓN.
- 9.- EN NINGÚN CASO SE PERMITIRÁ QUE QUEDE EMBEBIDO NINGÚN CONDUCTOR DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN EL INTERIOR DEL HORMIGÓN DE LAS CIMENTACIONES DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS.
- 10.- LAS SALIDAS AÉREAS DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA TIERRA SE REALIZARÁN LO MÁS APEGADAS AL HORMIGÓN DE LA CIMENTACIÓN. EN EL CASO DE PLATAFORMAS DE CIMENTACIONES MUY ANCHAS, SE PERMITIRÁ LA ENTUBACIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA QUE SE DESTINE A CONECTAR EL EQUIPO.
- 11.- EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES AUXILIARES DE LA SUBESTACION TENDRÁ TRES CHICOTES E PUESTA TIERRA, ESTRUCTURA, EQUIPO Y NEUTRO DE BT.
- 12.- LA RED DE PUESTA A TIERRA SE VERIFICARÁN:
 - 12.1.- PUESTA A TIERRA DE TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS QUE INTERFIEREN EN LA OPERATIVA. ESTRUCTURAS DE BARRAS, CHASIS DE LUMINARIAS, ETC.
 - 12.2.- TODOS EL PERÍMETRO EL CERRO METÁLICO, QUE DISPONDRÁ DE UNA CONEXIÓN A LA MALLA AL MENOS CADA 10M DE LONGITUD
 - 12.3.- LAS ESCALERILLAS PORTACABLES EN EL INTERIOR DE LAS CANALETAS, AL MENOS UNA CONEXIÓN CADA 30M DE LONGITUD.

LEYENDA	
●	Soldadura Aluminotérmica
⊙	4 Pica de Tierra (en cada esquina)
—	Conductor de Cobre Desnudo 50mm ²

NORMATIVA BAJA TENSIÓN

- R.D. 842/2002 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias REBT.
- Normas e instrucciones del M.I.
- Normas UNE y UNE-EN.
- UNE 20322 sobre clasificación de zonas de características especiales.

NORMATIVA MEDIA TENSIÓN

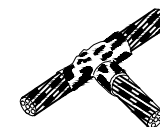
- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Normas e instrucciones de M.I. incluso instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT.
- R. D. 337/2014 sobre líneas eléctricas de AT y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 010 a 23.
- Normas UNE y UNE-EN, incluso UNE-EN-211435 para conductores de hasta 30kV.

OTRAS NORMAS

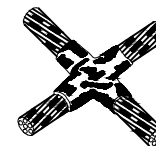
- R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, protección de avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas AT.
- Decreto 89/2012, de 28 de junio, protección de avifauna y atenuar impactos ambientales.

SOLDADURA ALUMINOTERMICA

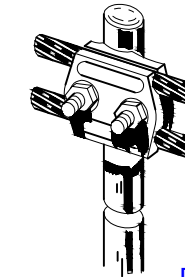
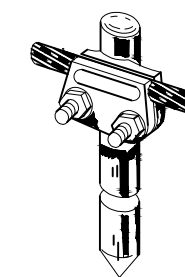
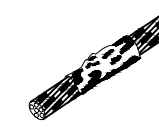
TIPO CC-TH



TIPO CC-XS



TIPO CC-L



DETALLE
Escala: S/E

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
0A	EMISIÓN INICIAL	JBA	MFT	MAB	JMO

REV	CONCEPTO	PROYECTADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

**PARQUE FOTOVOLTAICO
FV VALDEHIGUERAS SOLAR**

RED DE TIERRAS

SITUACIÓN: MORALEJA DE ENMEDIO, MADRID, ESPAÑA

CONTACTO:

ingenostrum.
Executing your renewable vision

PROYECTADO	NOMBRE	FECHA	TIPO JMO
JBA	JBA	20/02/2024	ESCALA
MFT	MFT	03/06/2026	S/E
MAB	MAB	03/06/2026	Nº DE PLANO
JMO	JMO	03/06/2026	EL.105-0A

Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

Avd. de España 18
2º ofic. 1-A
10001, Cáceres, España
+34 955 265 260

Paseo de la Castellana 52,
Planta 1 der
28046, Madrid, España
+34 955 265 260

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your renewable vision