

GENERACIÓN FOTOVOLTAICA EL PÁRAMO, S.L.U.
C/ FERNANDO ALONSO NAVARRO, 12, 4ª PL.
30009 - MURCIA
TEL.: 868 07 51 31
E-MAIL: INFO@GRUPOSYNERGIA.ES



**ANEXO AL
PROYECTO DE
EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA
"PRADONUEVO"
DE 3 MW DE POTENCIA
T.M. VALDEMORO
(MADRID)**

DECLARACIÓN RESPONSABLE DE TÉCNICO TITULADO
COMPETENTE AUTOR DEL PROYECTO

A. DATOS DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE PROYECTISTA

D. [REDACTED] mayor de edad, con NIF nº [REDACTED], tlf [REDACTED], correo electrónico [REDACTED], titulación habilitante **Ingeniero Industrial**, especialidad **industrial**. Colegio Profesional [REDACTED], nº de colegiado [REDACTED].

Con domicilio a efecto de notificaciones [REDACTED].

Realiza su actividad en la empresa **Synergia Energy Solutions S.L.**, con NIF nº **B73907065**, tlf **868075131**, correo electrónico **info@gruposynergia.es** y con domicilio a efecto de notificaciones **Calle Fernando Alonso Navarro, 12, 4ª Planta. 30009. Murcia.**

Actividad de la empresa **Ingeniería y consultoría** con código CNAE **7112**.

B. DECLARACIÓN DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE PROYECTISTA

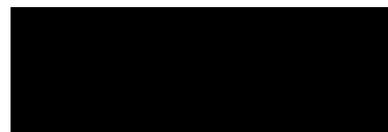
Declaro actuando en nombre propio y bajo mi responsabilidad que:

1. Poseo la titulación indicada en el apartado A.
2. Conforme a las atribuciones profesionales de la titulación indicada, poseo competencias para redactar y firmar el proyecto denominado:
Proyecto de Ejecución Planta Fotovoltaica "Pradonuevo" de 3 MW de Potencia.
3. No estoy inhabilitado, ni administrativamente ni judicialmente, para la redacción y firma de dicho proyecto.
4. He tenido en cuenta la normativa vigente de aplicación en el proyecto del apartado B.2.

C. FIRMA DEL TÉCNICO COMPETENTE QUE DECLARA

Y para que conste y surja los efectos oportunos, se expide y firma la presente declaración responsable de la veracidad de los datos e información anteriores.

En Murcia, a fecha de la firma digital.



Firmado: el técnico competente proyectista.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

v5.0

TITULAR

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL: GENERACION FOTOVOLTAICA EL PARAMO, S.L.U.
 DIRECCIÓN: C/. FERTANDO ALONSO NAVARRO, 12, 4º, ED. MBC
 LOCALIDAD: MURCIA
 CÓDIGO POSTAL: 30009 CIF/DNI DEL TITULAR: B-05543699

EMPLAZAMIENTO:

DIRECCIÓN: CALLE A LA PELUQUERA (POL. 6, PARC. 2)
 LOCALIDAD: VALDEMORO
 CÓDIGO POSTAL: 28341

DISTRIBUIDORA: UF UFD DISTRIBUCIÓN ELECTRICIDAD, S.A.
 PRESUPUESTO: 1.551.903,32 Euros

REPRESENTANTE

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL: [REDACTED]
 DIRECCIÓN: [REDACTED]
 CÓDIGO POSTAL: [REDACTED] CIF/DNI DEL REPRESENTANTE: [REDACTED]
 LOCALIDAD: [REDACTED]
 PROVINCIA: [REDACTED]

EMPRESA INSTALADORA

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL: [REDACTED]
 DNI/CIF: [REDACTED]
 NOMBRE DEL INSTALADOR: [REDACTED]
 REGISTRO DE EMPRESA: [REDACTED]

PROYECTISTA

NOMBRE Y APELLIDOS: [REDACTED]
 DNI/NIF/CIF: [REDACTED]
 COLEGIO: [REDACTED]
 Nº COLEGIADO: [REDACTED]

Nº DE LÍNEAS: 1 SOLICITA DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA: NO
 Nº DE CENTROS: 1 INCLUYE INSTALACIONES DE TRANSPORTE SECUNDARIO: NO
 SISTEMA COORDENADAS UTM: ETRS89 PLAZO SOLICITADO PARA LA EJECUCIÓN (EXPRESADO EN MESES): 12

Contacto para Gestión: Tfno. 868.075.131 e-Mail info@gruposynergia.es

	ORGANISMOS AFECTADOS:	Identificación Complementaria O.A.
1	AYUNTAMIENTO	VALDEMORO
2	TELFÓNICA	CANALIZACIÓN DE TELECOMUNICACIONES
3	UFD DISTRIBUCIÓN ELECTRICIDAD	LÍNEA 15 KV SM2701 PROPIEDAD DE UFD
4		
5		
6		
7		
8		

Desmontajes de Líneas Aéreas

Longitud a desmontar. [REDACTED] metros.
 Nº apoyos a desmontar [REDACTED] apoyos.

Visado voluntario del Colegio Oficial de Ingenieros

Colegio: [REDACTED]
 Fecha: [REDACTED]
 Número: [REDACTED]

Recibo Pago de Tasas DGIEM

Ref.: [REDACTED]
 Importe: [REDACTED] euros.

Firma del proyectista:

[REDACTED]

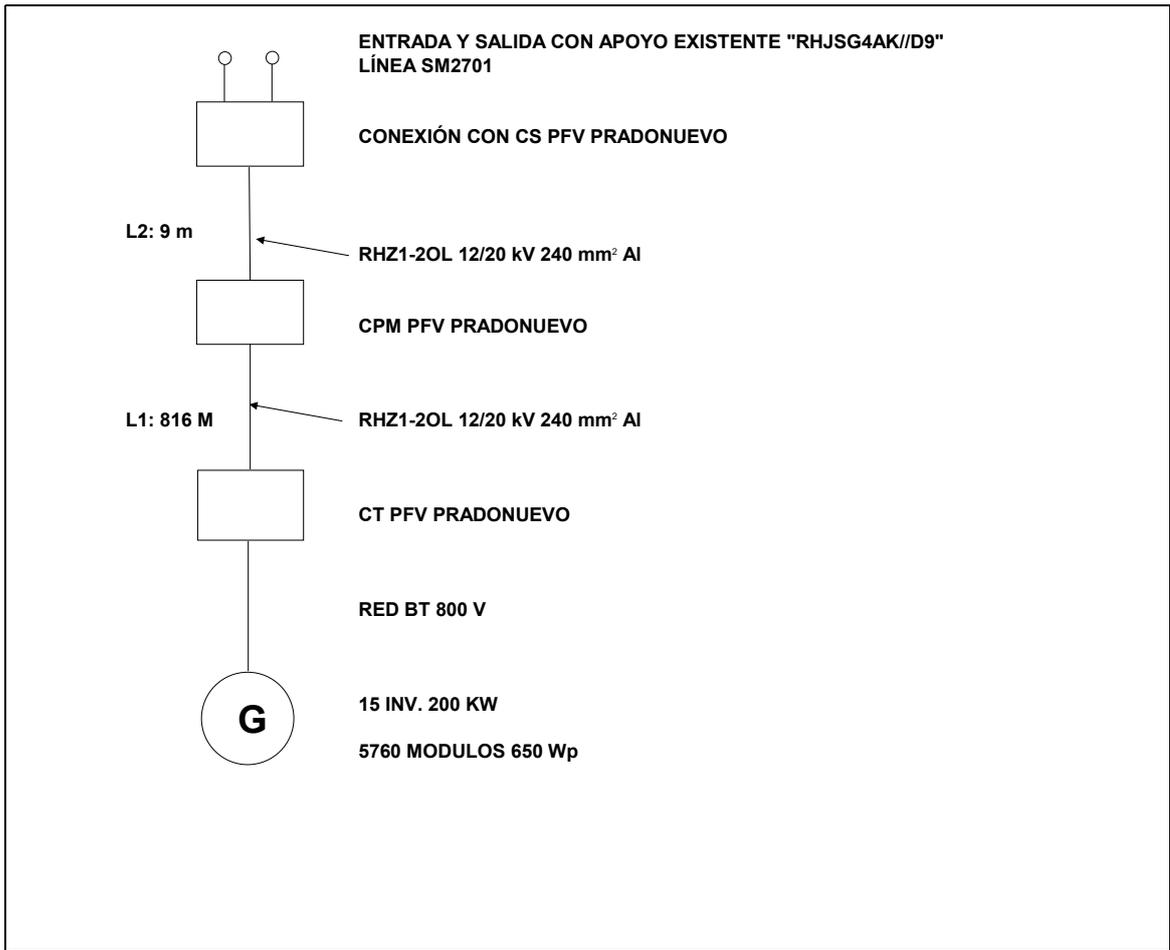
v5.0	CENTRO N°:	*	CT PFV Pradonuevo	CPM PFV Pradonuevo		
COORDENADAS UTM	X:	*	444.649	445.289		
SISTEMA COORD.: ETRS89	Y:	*	4.452.899	4.453.243		
ACTUACIÓN:		*	NUEVO	NUEVO		
N° TRANSFORMADORES INSTALADOS		*	1	0		
POTENCIA (kVA)	En transformadores instalados:	*	1x3250	0		
	Máxima admisible en el Centro:	*	1x3250	0		
PROTECCIONES (AT):		*	INTERRUPTOR AUTOMATICO	INTERRUPTOR AUTOMATICO		
TIPO DE CENTRO:		*	INTERRUPTOR, DE MANIOBRA EXTERIOR	INTERRUPTOR, DE MANIOBRA INTERIOR		
SITUACIÓN/ENVOLVENTE:		*	REFABRICADO DE SUPERFICIE	REFABRICADO DE SUPERFICIE		
SERVICIO / FUNCIÓN:		*	TRANSFORMACIÓN	PROTECCIÓN Y MEDIDA		
N° LINEAS ENTRADA/SALIDA AT:		*	1	2		
ALIMENTACIÓN:	Tipo de acometida	*	SUBTERRÁNEA	SUBTERRÁNEA		
	Tipo de conductor		HEPRZ1 12/20 kV 240 mm2 Al	HEPRZ1 12/20 kV 240 mm2 Al		
	Longitud (m)		816	9		
TENSIÓN DE SERVICIO (kV):		*	15	15		
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN:		*	15 Kv/ 800 v	NO APLICA		
BAJA TENSIÓN:	N° de líneas instaladas	*	15	0		
	Tipo de conductor	*	XZ1 0,6/1 kV 185 mm2 Al	NO APLICA		

v5.0	LÍNEA N°	*	1	2
ORIGEN DE LÍNEA	SITUACIÓN:	*	CT PFV PRADONUEVO	CPM PFV PRADONUEVO
COORDENADAS UTM (HUSO 30)	X	*	444.649	445.289
SISTEMA ETRS89	Y	*	4.452.899	4.453.243
FINAL DE LÍNEA	SITUACIÓN:	*	CPM PFV PRADONUEVO	CS PFV PRADONUEVO
COORDENADAS UTM (HUSO 30)	X	*	445.289	445.293
SISTEMA ETRS89	Y	*	4.453.243	4.453.247
CENTROS QUE INTERCONECTA:		*	NO APLICA	NO APLICA
ACTUACIÓN:		*	NUEVA	NUEVA
TIPO LÍNEA:		*	SUBTERRÁNEA	SUBTERRÁNEA
LONGITUD TOTAL (m):		*	816	9
Longitud tramo subterráneo			816	9
Longitud tramo aéreo				
TENSION DE SERVICIO (kV):		*	15	15
N° DE CIRCUITOS:		*	1	1
TIPO CONDUCTOR:	Subterráneo	*	2OL 12/20 kV 1x240 KCU+H165	2OL 12/20 kV 1x240 KCU+H165
	Aéreo			

v5.0

DENOMINACION CENTRAL GENERACIÓN:		*	PFV PRADONUEVO
COORDENADAS UTM	X:	*	444.646
SISTEMA COORD.: ETRS89	Y:	*	4.452.921
ACTUACIÓN:		*	NUEVO
TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN:		*	INSTALACION FOTOVOLTÁICA
COMBUSTIBLE PRINCIPAL (SI PROCEDE):			
MODALIDAD DE GENERACIÓN:		*	PRODUCCIÓN CONECTADA A RED
PUNTO DE CONEXIÓN GENERACIÓN:		*	RED DE DISTRIBUCIÓN EN AT
TENSIÓN EN EL PTO. DE CONEXIÓN:	Nivel de tensión	*	15
	Ud. de tensión	*	kV
TIPO CONDUCTOR	En Alta Tensión:		RHZ1-20L 12/20KV 1X240
	En Baja Tensión:		
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW):		*	3000
Nº GENERADORES/ PANELES:	Instalados	*	5760
	Ampliación		
POTENCIA UNITARIA POR GENER./PANEL:	De los Instalados	*	650
	De los ampliados		
	Ud. de potencia	*	Wp
Nº INVERSORES:	Instalados	*	15
	Ampliación		
POTENCIA UNITARIA INVERSORES (kW):	De los Instalados	*	200
	De los ampliados		

ESQUEMA SINÓPTICO



 <p>synergia Energy Solutions</p>	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

CONTENIDO

1. - MEMORIA.
2. - PLANOS.



MEMORIA

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

ÍNDICE

1 TITULAR. 5

2 OBJETO. 6

3 JUSTIFICACIÓN Y CÁLCULOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONFORMIDAD CON LA ITC BT-18 DEL REAL DECRETO 842/2002..... 7

3.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN..... 8

3.1.1 INTENSIDAD DE EVACUACIÓN..... 8

3.2 CORTOCIRCUITO..... 8

3.2.1 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO M.T. 8

3.2.2 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE..... 8

3.2.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA..... 8

3.2.4 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. 9

3.3 CÁLCULO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA EN CT. 9

ESTABLECIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DL SUELO. RESISTIVIDAD DEL TERRENO. 9

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. ELECTRODO UTILIZADO. 9

CÁLCULO DEL VALOR DE RESISTENCIA A TIERRA CT..... 10

CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. 10

DETERMINACIÓN DE VALORES DE TENSIÓN DE PASO MÁXIMA QUE APARECE EN LA INSTALACIÓN. 10

DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO MÁXIMAS APLICADAS A LA PERSONA..... 11

DETERMINACIÓN DE LA DURACIÓN DE LA CORRIENTE DE FALTA. 11

DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN DE PASO ADMISIBLE ESTABLECIDA POR EL RAT..... 12

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE PASO. 13

DISTANCIA AL ELECTRODO DE SERVICIO 13

CONSIDERACIÓN SIN CALZADO. 13

TENSIÓN QUE APARECE EN LA INSTALACIÓN. 14

3.4 CÁLCULO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA EN CPM..... 14

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO. 15

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. ELECTRODO UTILIZADO. 15

CÁLCULO DEL VALOR DE RESISTENCIA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. 16

CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. 16



ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”
DE 3 MW DE POTENCIA
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Mayo 2025

MEMORIA

DETERMINACIÓN DE VALORES DE TENSIÓN DE PASO MÁXIMA QUE APARECE EN LA INSTALACIÓN.....	16
DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO MÁXIMAS APLICADAS A LA PERSONA.....	17
DETERMINACIÓN DE LA DURACIÓN DE LA CORRIENTE DE FALTA.	17
DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN DE PASO ADMISIBLE ESTABLECIDA POR EL RAT.....	17
VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE PASO.	18
DISTANCIA AL ELECTRODO DE SERVICIO	19
CONSIDERACIÓN SIN CALZADO.	19
TENSIÓN QUE APARECE EN LA INSTALACIÓN.	20
3.5 JUSTIFICACIÓN PARA EL USO DE UN CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO CON UNA SECCIÓN DE 35 MM ²	20
4 APORTAR CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN UTILIZADOS, INDICANDO CARACTERÍSTICAS Y SECCIONES DE LOS MISMOS, ASÍ COMO LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO.....	21
4.1 CONDUCTORES DE CC.	21
4.2 CONDUCTORES DE CA.	28
5 INDICAR LAS CARACTERÍSTICAS Y DIÁMETROS DE LOS TUBOS UTILIZADOS PARA CANALIZACIONES DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN O ACLARAR EL TIPO DE INSTALACIÓN	31
6 JUSTIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL R.D. 337/2014, DE 9 DE MAYO PARA LOS EDIFICIOS PREFABRICADOS DE MANIOBRA INTERIOR.....	32
7 ACLARAR LA EFICACIA DE LOS EXTINTORES INSTALADOS PARA DAR CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO EN LA ITC RAT 14 DEL RD 337/2014 PARA LOS EDIFICIOS PREFABRICADOS DE MANIOBRA INTERIOR.	33
8 EN EL ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS DE ALTA TENSIÓN APORTADO ACLARAR EL ORIGEN DE LOS VALORES DE CORRIENTE UTILIZADOS.....	34
9 APORTAR ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PARTE DE BAJA TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN, ACLARANDO, EN SU CASO, LAS MEDIDAS PARA MINIMIZAR DICHOS CAMPOS EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN SEGÚN R.D. 337/2014, DE 9 DE MAYO Y EL ORIGEN DE LOS VALORES DE CORRIENTE UTILIZADOS.	35
9.1 MEDIDAS PARA MINIMIZAR LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	35
9.2 MÉTODO DE CÁLCULO.....	36
9.3 RESULTADOS	38

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

10 APORTAR PLANO DE PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA, REPRESENTANDO LA PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y DEL CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA. 39

11 JUSTIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE APARTADO 5 DE LA ITC-LAT 06 RELATIVO A CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. EN LOS CRUZAMIENTOS ENTRE CABLES DE BT Y MT SE DEBE RESPETAR UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 25CM Y NO LOS 10CM QUE SE INDICAN EN EL PROYECTO. 40

12 APORTAR PLANO DE TRAZADO Y DE SECCIÓN DE LA CANALIZACIÓN DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN INDICANDO: PROFUNDIDAD TOTAL DE LA CANALIZACIÓN, TRAMOS CON CABLE BAJO TUBO, TRAMOS CON CABLE DIRECTAMENTE ENTERRADO, ESPESOR DE LA CAPA DE ARENA SOBRE LOS CABLES/TUBOS Y DIÁMETRO DE LOS TUBOS..... 41

13 CONCLUSIONES 42

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

1 TITULAR.

El titular y a la vez promotor del proyecto de la planta solar fotovoltaica Pradonuevo es la sociedad Generación Fotovoltaica El Páramo, S.L.U.

A continuación, se resumen los datos principales del promotor:

- Promotor: Generación Fotovoltaica El Páramo, S.L.U.
- N.º CIF: B05543699
- Domicilio Social: C/ Fernando Alonso Navarro, nº 12, 4ª Planta 30009, Murcia
- Telf.: 868 075131
- E-mail: info@gruposynergia.es
- Web: www.gruposynergia.es

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

2 OBJETO.

Atendiendo al requerimiento de la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior de la Comunidad de Madrid, se redacta este Anexo al proyecto con el objeto de justificar las siguientes prescripciones:

- Justificar el sistema de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica de conformidad con la ITC BT-18 del Real Decreto 842/2002. Aportar cálculos y planos del sistema de puesta a tierra.
- Aportar cálculos justificativos de los conductores de baja tensión utilizados, indicando características y secciones de los mismos, así como las condiciones de instalación consideradas para el cálculo.
- Indicar las características y diámetros de los tubos utilizados para canalizaciones de la instalación de baja tensión o aclarar el tipo de instalación.
- Justificar el cumplimiento de las prescripciones de protección contra incendios de acuerdo al R.D. 337/2014, de 9 de mayo para los edificios prefabricados de maniobra interior.
- Aclarar la eficacia de los extintores instalados para dar cumplimiento a lo establecido en la ITC RAT 14 del RD 337/2014 para los edificios prefabricados de maniobra interior.
- En el estudio de campos magnéticos de alta tensión aportado aclarar el origen de los valores de corriente utilizados.
- Aportar estudio de campos magnéticos en la parte de baja tensión de la instalación, aclarando, en su caso, las medidas para minimizar dichos campos en el exterior de la instalación según R.D. 337/2014, de 9 de mayo y el origen de los valores de corriente utilizados.
- Aportar plano de planta general del sistema de tierras de la instalación proyectada, representando la puesta a tierra del centro de transformación y del centro de protección y medida.
- Justificar el cumplimiento de apartado 5 de la ITC-LAT 06 relativo a cruzamientos, proximidades y paralelismos. En los cruzamientos entre cables de BT y MT se debe respetar una distancia mínima de 25cm y no los 10cm que se indican en el proyecto.
- Aportar plano de trazado y de sección de la canalización de la línea de media tensión indicando: profundidad total de la canalización, tramos con cable bajo tubo, tramos con cable directamente enterrado, espesor de la capa de arena sobre los cables/tubos y diámetro de los tubos.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

3 JUSTIFICACIÓN Y CÁLCULOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONFORMIDAD CON LA ITC BT-18 DEL REAL DECRETO 842/2002.

Para la PFV Pradonuevo se dispone de una malla equipotencial de tierra interconectada a todas las estructuras mediante el trazado de zanjas que incorporan cable de cobre desnudo y también interconectado al CT (estación de potencia) de la planta, que dispondrá de una puesta a tierra de anillo perimetral.

Criterios de Diseño de la malla de puesta a tierra.

- Todos los elementos metálicos de la instalación estarán conectados a la malla de puesta a tierra, cumpliendo con los requisitos descritos en las normativas aplicables.
- La malla de puesta a tierra estará conectada a todos los puntos de puesta a tierra de las estructuras fotovoltaicas, inversores de cadena, centros de transformación, sistema de seguridad y equipos de comunicaciones y monitoreo (estaciones meteorológicas, pasarelas, etc.).
- Las zanjas en las que se instalarán los cables de media y baja tensión serán utilizadas para la distribución de la malla de puesta a tierra como prioridad, aunque se podrán usar zanjas eléctricas de SSAA o tierras para rutas específicas.
- La malla de puesta a tierra simulada está compuesta por conductores de cobre desnudo con una sección transversal de 35 mm². La malla de puesta a tierra cubre toda el área de la instalación fotovoltaica con las partes metálicas accesibles; todas las derivaciones de las estructuras metálicas deben tener una sección transversal de 35 mm².

Cableado de media tensión.

- Las pantallas deben conectarse a tierra en ambos extremos del cable. Se evitarán empalmes y/o uniones de cables siempre que sea posible.

Centros de Transformación.

- Los anillos de puesta a tierra de cada estación de potencia deben incluir los siguientes elementos para cada centro de transformación:
 - Un conductor de puesta a tierra enterrado directamente con una sección mínima de 50 mm² a lo largo del perímetro de los CTs, en una instalación en anillo.
 - Ocho varillas de acero galvanizado recubiertas de cobre con un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m, debidamente dimensionadas para la corriente de falla máxima del sistema.
 - Dos conductores de puesta a tierra de cobre desnudo de 50 mm² para conectar la puesta a tierra a la estación de potencia.

A continuación, se incluyen todos los cálculos justificativos de la puesta a tierra de la instalación según la normativa vigente.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

3.1 Intensidad de media tensión.

La intensidad en media tensión viene dada por la siguiente expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

3.1.1 Intensidad de evacuación.

En este caso, la tensión de la red de distribución es de 15 kV y tendremos en cuenta una potencia de 3 MW en el punto de interconexión, por lo que la intensidad de la línea de evacuación que procede del centro de protección y medida será de 115,47 A.

3.2 Cortocircuito.

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

3.2.1 Cálculo de las corrientes de cortocircuito M.T.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Cortocircuito en el lado de media tensión.

En este caso, la Compañía ha facilitado el dato de potencia de cortocircuito, siendo esta de 415 MVA. Por lo que obtenemos un valor de $I_{cc} = 15,97$ KA.

3.2.2 Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

3.2.3 Comprobación por solicitud electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3.2.1 de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 39,925 \text{ kA}$$

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

3.2.4 Comprobación por solicitud térmica.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 15,97 \text{ kA.}$$

3.3 Cálculo de instalaciones de puesta a tierra en CT.

La adecuación del sistema de pat a la ITC-RAT 13 será verificada según el procedimiento a continuación descrito y de conformidad con la ITC BT-18 del Real Decreto 842/2002.

El elemento objeto es un centro de seccionamiento para conexión de instalaciones particulares para tensión nominal de la red ≤ 20 kV.

La tensión de la red de distribución a que se conecta el centro de seccionamiento es de 15 kV. El electrodo de puesta a tierra propuesto, en base a las dimensiones del CT, será el siguiente:

CPT-CT-A-(5x8)+8P2

A continuación, se comprobará si la configuración propuesta cumple con los requisitos establecidos en la ITC-RAT 13.

Establecimiento de las características dl suelo. Resistividad del terreno.

Dado que se trata de una instalación de 3ª categoría y con una intensidad de cortocircuito a tierra inferior a 1500 A, se estimará el valor de resistividad en base a la tabla 2 del ITC-RAT-13.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará el CS, se determina la resistividad media en 1000 Ohm·m.

Sistema de puesta a tierra. Electrodo utilizado.

El primer paso es seleccionar el electrodo a utilizar basándonos en las configuraciones tipo, el electrodo a utilizar será el siguiente:

CPT-CT-A-(5x8)+8P2

Siguiendo las recomendaciones de UNESA que son válidas para una instalación de este tipo y contenidas en el documento: UNESA “Método de cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría”. Se determinan los siguientes parámetros característicos, expresados en valores “unitarios”:

$$\rho_{max} = 1000 \Omega\text{m} (< 20 \text{ kV y } N=1)$$

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)
Mayo 2025	MEMORIA

$$K_r = 0,06133 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

$$K_{p,t-t} = 0,01216 \frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A}$$

$$K_{p,a-t} = 0,02948 \frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A}$$

$$K'_r = 0,088 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

Cálculo del valor de resistencia a tierra CT.

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,06133 \cdot 1000 = 61,33 \Omega$$

La R_{pant} será:

$$R_{pant} = \frac{\rho \cdot K'_r}{N} = \frac{1000 \cdot 0,088}{1} = 88 \Omega$$

$R_{pant} = 88 \Omega > 20 \Omega$, por lo que consideramos el valor obtenido.

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{61,33 \cdot 88}{61,33 + 88} = 36,14 \Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{36,14}{61,33} = 0,59 \Omega$$

Reactancia equivalente de la subestación:

$$X_{LTH} = 4,5 \Omega$$

Cálculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra en el centro de transformación.

$$I'_{1Fp} = \frac{1,1 \cdot U_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 \cdot 15000}{0,59 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{61,33^2 + \left(\frac{4,5}{0,59}\right)^2}} = 261,26 A$$

Determinación de valores de tensión de paso máxima que aparece en la instalación.

a) Tensión de paso máxima en las proximidades del electrodo con los pies en el terreno:

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)
Mayo 2025	MEMORIA

$$U'_{p.1} = k_{p.t-t} \cdot \rho \cdot I_E = k_{p.t-t} \cdot \rho \cdot I'_{1F} \cdot r_E = 0,01216 \cdot 1000 \cdot 261,26 \cdot 0,59 = 1874,38 V$$

Siendo:

$k_{p.t-t}$: Parámetro característico

$$I_E = I'_{1F} \cdot r_E$$

b) Tensión de paso máxima con un pie en la acera y otro en el terreno:

$$U'_{p.2} = k_{p.a-t} \cdot \rho \cdot I_E = k_{p.a-t} \cdot \rho \cdot I'_{1F} \cdot r_E = 0,02948 \cdot 1000 \cdot 261,26 \cdot 0,59 = 4544,15 V$$

Siendo:

$k_{p.a-t}$: Parámetro característico

$$I_E = I'_{1F} \cdot r_E$$

Determinación de las tensiones de paso máximas aplicadas a la persona.

a) Con ambos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p.1}}{1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{Z_b}} = \frac{1874,38}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 1000}{1000}} = 170,40 V$$

$R_{a1}=2000 \Omega$: Resistencia equivalente del calzado.

$Z_b=1000 \Omega$: Impedancia del cuerpo humano.

b) Con un pie en el terreno y el otro en la acera:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p.2}}{1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s^*}{Z_b}} = \frac{4544,15}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 1000 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 267,30 V$$

Determinación de la duración de la corriente de falta.

Las características de actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra vienen dadas en la tabla siguiente:

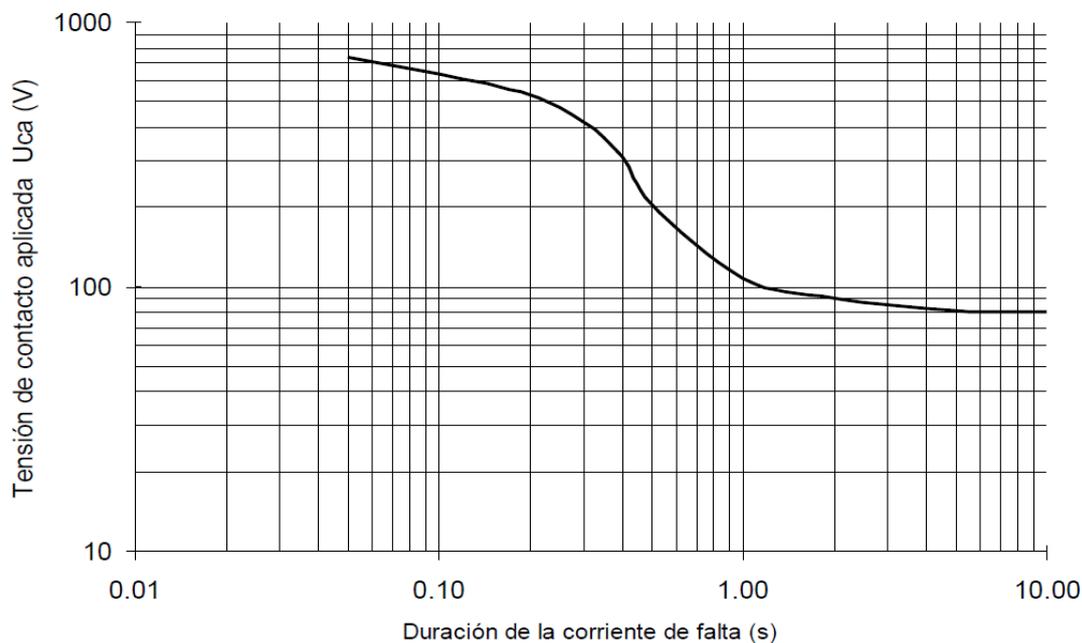
Característica de actuación de las protecciones	U _n (kV)
$I'_{1F} \cdot t = 400$	≤ 20 kV
$I'_{1FP} \cdot t = 400$	
$I'_{1F} \cdot t = 2200$	30 kV
$I'_{1FP} \cdot t = 2200$	

Por tanto, la duración de la corriente de falta, vendrá dada por:

$$t = \frac{400}{I'_{1FP}} = \frac{400}{261,26} = 1,53 \text{ s}$$

Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT.

De la ITC-RAT 13 se extrae la gráfica siguiente, que recoge los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada en función de la corriente de falta.



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 definen como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada (U_{pa}=10 U_{ca}).

Para el tiempo estimado de la corriente de falta de 1,79 s será:

- U_{ca}= 100 V
- U_{pa}=1000 V

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

Verificación del cumplimiento de la tensión de paso.

Se cumple que:

$$U'_{pa1} = 170,40 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

$$U'_{pa2} = 267,30 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

Por tanto, el electrodo considerado cumple con el requisito reglamentario.

Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor $R_T = 61,33 \Omega$.

Según la tabla 4, para el caso que nos ocupa, el valor máximo de resistencia a tierra en el CT debe ser inferior a 100Ω .

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra (Ω)
$\leq 20 \text{ kV}$	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Por lo que el electrodo propuesto también cumple con esta prescripción.

Distancia al electrodo de servicio

El electrodo de puesta a tierra estará situado a una profundidad suficiente para evitar el efecto de la congelación del agua ocluida en el terreno. Los electrodos horizontales de puesta a tierra se situarán a una profundidad mínima de 0,5 m, salvo en los Centro de Transformación Prefabricados Subterráneos (CTPS), que se situarán a 1 m. Esta medida garantiza una cierta protección mecánica.

Para el CT de superficie conectado a una red de tensión nominal $< 30 \text{ kV}$, la medida de la tensión de paso en el acceso se efectuará colocando los electrodos que simulan los pies de la persona, distanciados 1 m.

Consideración sin calzado.

- Electrodo utilizado

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

CPT-CT-A-(5x8)+8P2

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

a) Con los dos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{6\rho_S}{Z_b}} = \frac{1874,38}{1 + \frac{6 \cdot 1000}{1000}} = 267,77 \text{ V}$$

b) Con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{3\rho_S + 3\rho_S^*}{Z_b}} = \frac{4544,15}{1 + \frac{3 \cdot 1000 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 349,55 \text{ V}$$

Se cumple que:

$$U'_{pa1} = 267,77 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

$$U'_{pa2} = 349,55 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

Y el electrodo considerado, **CPT-CT-A-(5x8)+8P2**, cumple con el requisito reglamentario.

Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor $R_T = 61335 \Omega$, valor inferior al exigido, de 100Ω .

Tensión que aparece en la instalación.

$$V = I'_{1Fp} \cdot R_{TOT} = 261,26 \cdot 36,14 = 9441,94$$

Como $V = 9442 < 10000 \text{ V}$ el electrodo considerado, **CPT-CT-A-(5x8)+8P2**, cumple con los requisitos establecidos por normativa.

3.4 Cálculo de instalaciones de puesta a tierra en CPM.

El elemento objeto es un centro de protección y medida para conexión de instalaciones particulares para tensión nominal de la red $\leq 20 \text{ kV}$.

La tensión de la red de distribución a que se conecta el centro de seccionamiento es de 15 kV . El electrodo de puesta a tierra propuesto, en base a las dimensiones del CPM, será el siguiente:

CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)
Mayo 2025	MEMORIA

A continuación, se comprobará si la configuración propuesta cumple con los requisitos establecidos en la ITC-RAT 13.

Y las tensiones de contacto y paso, quedarían de la siguiente manera:

Tensión de contacto:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \rho_s}{1000} \right]$$

Tensión de paso:

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2 R_{a1} + 2 R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2 R_{a1} + 6 \rho_s}{1000} \right]$$

Características del suelo.

Dado que se trata de una instalación de 3ª categoría y con una intensidad de cortocircuito a tierra inferior a 1500 A, se estimará el valor de resistividad en base a la tabla 2 del ITC-RAT-13.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará el CPM, se determina la resistividad media en 1000 Ohm·m.

Sistema de puesta a tierra. Electrodo utilizado.

El primer paso es seleccionar el electrodo a utilizar basándonos en las configuraciones tipo, el electrodo a utilizar será el siguiente:

CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2

Siguiendo las recomendaciones de UNESA que son válidas para una instalación de este tipo y contenidas en el documento: UNESA “Método de cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría”. Se determinan los siguientes parámetros característicos, expresados en valores “unitarios”:

$$\rho_{\max} = 1000 \Omega\text{m} (< 20 \text{ kV y } N=1)$$

$$K_r = 0,07182 \frac{\Omega}{\Omega \cdot \text{m}}$$

$$K_{p.t-t} = 0,01482 \frac{V}{(\Omega \cdot \text{m}) \cdot A}$$

$$K_{p.a-t} = 0,03516 \frac{V}{(\Omega \cdot \text{m}) \cdot A}$$

$$K'_r = 0,088 \frac{\Omega}{\Omega \cdot \text{m}}$$

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)
Mayo 2025	MEMORIA

Cálculo del valor de resistencia a tierra del centro de transformación.

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,07182 \cdot 1000 = 71,82 \Omega$$

La R_{pant} será:

$$R_{pant} = \frac{\rho \cdot K_r'}{N} = \frac{1000 \cdot 0,088}{1} = 88 \Omega$$

$R_{pant} = 88 \Omega > 20 \Omega$, por lo que consideramos el valor obtenido.

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{71,82 \cdot 88}{71,82 + 88} = 39,55 \Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{39,55}{71,82} = 0,55 \Omega$$

Reactancia equivalente de la subestación:

$$X_{LTH} = 4,5 \Omega$$

Cálculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra en el centro de transformación.

$$I'_{1Fp} = \frac{1,1 \cdot U_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 \cdot 15000}{0,55 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{71,82^2 + \left(\frac{4,5}{0,55}\right)^2}} = 239,62 A$$

Determinación de valores de tensión de paso máxima que aparece en la instalación.

- a) Tensión de paso máxima en las proximidades del electrodo con los pies en el terreno:

$$U'_{p.1} = k_{p.t-t} \cdot \rho \cdot I_E = k_{p.t-t} \cdot \rho \cdot I'_{1F} \cdot r_E = 0,01482 \cdot 1000 \cdot 239,62 \cdot 0,55 = 1953,14 V$$

Siendo:

$k_{p.t-t}$: Parámetro característico

$$I_E = I'_{1F} \cdot r_E$$

- b) Tensión de paso máxima con un pie en la acera y otro en el terreno:

$$U'_{p.2} = k_{p.a-t} \cdot \rho \cdot I_E = k_{p.a-t} \cdot \rho \cdot I'_{1F} \cdot r_E = 0,03516 \cdot 1000 \cdot 239,62 \cdot 0,55 = 4633,77 V$$

Siendo:

$k_{p.a-t}$: Parámetro característico

$$I_E = I'_{1F} \cdot r_E$$

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)
Mayo 2025	MEMORIA

Determinación de las tensiones de paso máximas aplicadas a la persona.

c) Con ambos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p.1}}{1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{Z_b}} = \frac{1953,14}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 1000}{1000}} = 177,56 \text{ V}$$

$R_{a1}=2000 \Omega$: Resistencia equivalente del calzado.

$Z_b=1000 \Omega$: Impedancia del cuerpo humano.

d) Con un pie en el terreno y el otro en la acera:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p.2}}{1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s^*}{Z_b}} = \frac{4633,77}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 1000 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 272,57 \text{ V}$$

Determinación de la duración de la corriente de falta.

Las características de actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra vienen dadas en la tabla siguiente:

Característica de actuación de las protecciones	U_n (kV)
$I'_{1F} \cdot t = 400$	$\leq 20 \text{ kV}$
$I'_{1FP} \cdot t = 400$	
$I'_{1F} \cdot t = 2200$	30 kV
$I'_{1FP} \cdot t = 2200$	

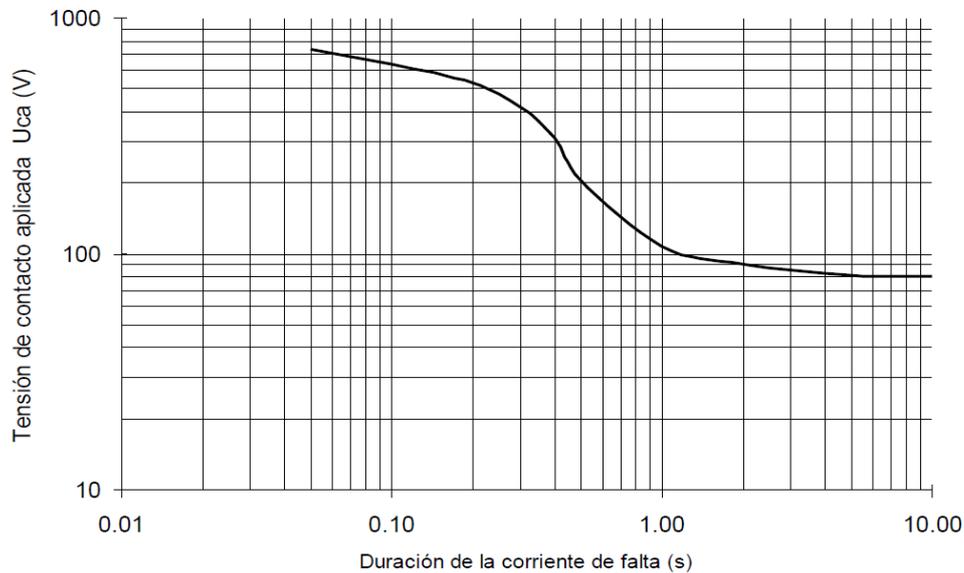
Por tanto, la duración de la corriente de falta, vendrá dada por:

$$t = \frac{400}{I'_{1FP}} = \frac{400}{222,85} = 1,79 \text{ s}$$

Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT.

De la ITC-RAT 13 se extrae la gráfica siguiente, que recoge los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada en función de la corriente de falta.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>



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 definen como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada ($U_{pa}=10 U_{ca}$).

Para el tiempo estimado de la corriente de falta de 1,79 s será:

- $U_{ca}= 100 \text{ V}$
- $U_{pa}=1000 \text{ V}$

Verificación del cumplimiento de la tensión de paso.

Se cumple que:

$$U'_{pa1}=177,56 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

$$U'_{pa2}=272,57 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

Por tanto, el electrodo considerado cumple con el requisito reglamentario.

Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor $R_T = 71,82 \Omega$.

Según la tabla 4, para el caso que nos ocupa, el valor máximo de resistencia a tierra en el CPM debe ser inferior a 100 Ω .

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)
Mayo 2025	MEMORIA

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra (Ω)
≤ 20 kV	Desconectado	50
	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
	Conectado	60

Por lo que el electrodo propuesto también cumple con esta prescripción.

Distancia al electrodo de servicio

El electrodo de puesta a tierra estará situado a una profundidad suficiente para evitar el efecto de la congelación del agua ocluida en el terreno. Los electrodos horizontales de puesta a tierra se situarán a una profundidad mínima de 0,5 m, salvo en los Centro de Transformación Prefabricados Subterráneos (CTPS), que se situarán a 1 m. Esta medida garantiza una cierta protección mecánica.

Para el CPM de superficie conectado a una red de tensión nominal < 30 kV, la medida de la tensión de paso en el acceso se efectuará colocando los electrodos que simulan los pies de la persona, distanciados 1 m.

Consideración sin calzado.

- Electrodo utilizado
CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2
- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.
 - a) Con los dos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{6\rho_S}{Z_b}} = \frac{1953,14}{1 + \frac{6 \cdot 1000}{1000}} = 279,02 \text{ V}$$

- b) Con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{3\rho_S + 3\rho_S^*}{Z_b}} = \frac{4633,77}{1 + \frac{3 \cdot 1000 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 356,44 \text{ V}$$

Se cumple que:

$$U'_{pa1} = 279,02 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

$$U'_{pa2} = 356,44 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

Y el electrodo considerado, **CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2**, cumple con el requisito **reglamentario**. Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor $R_T=71,82 \Omega$, valor inferior al exigido, de 100Ω .

Tensión que aparece en la instalación.

$$V = I'_{1FP} \cdot R_{TOT} = 239,62 \cdot 39,55 = 9476,97$$

Como $V = 9500 < 10000$ V el electrodo considerado, **CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2**, cumple con el requisito establecido por normativa.

3.5 Justificación para el uso de un conductor de cobre desnudo con una sección de 35 mm^2 .

Para el dimensionamiento de los conductores de puesta a tierra, se considerará una corriente de falla a tierra de $261,26$ A, ya que la corriente máxima que circulará a través de un cable de Cu desnudo con una sección de 35 mm^2 con un tiempo de falla de 1 segundo.

Según la ecuación 37 de IEEE 80, la sección mínima necesaria será:

$$S_{\text{mm}^2} = \frac{I_{def}}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t \alpha_r \rho_r}\right) \cdot \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}} = 0,93 \text{ mm}^2$$

Donde:

- Factor de capacidad térmica del conductor: $TCAP = 3,422 \text{ J/cm}^3/\text{°C}$
- Coeficiente de resistividad: $\alpha_r = 0,00381 \text{ °C}^{-1}$
- Resistividad del conductor: $\rho_r = 1,7774 \mu\Omega/\text{cm}$
- $K_0(\text{Cu}) = 242$
- Temperatura máxima permitida en el cable de cobre desnudo: $T_m = 1083 \text{ °C}$ (250 °C según IEEE)
- Temperatura ambiente: $T_a = 39,6 \text{ °C}$
- Tiempo de duración del cortocircuito: $t = 1 \text{ sg}$
- Corriente de falla a tierra: $I_{def} = 0,26 \text{ kA}$

Las secciones utilizadas de 35 y 50 mm^2 cumplen con los criterios establecidos por la normativa, siendo por lo tanto válidas.

En el cableado de MT, las pantallas deben conectarse a tierra en ambos extremos del cable. Se evitarán empalmes y/o uniones de cables siempre que sea posible.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

4 APORTAR CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN UTILIZADOS, INDICANDO CARACTERÍSTICAS Y SECCIONES DE LOS MISMOS, ASÍ COMO LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO.

4.1 Conductores de CC.

Los conductores de CC son los conductores que configuran las series de módulos y llegan a los inversores. Estos conductores se irán fijados al torque-tube de la estructura seguidor y llegarán hasta el inversor entubados en zanja.

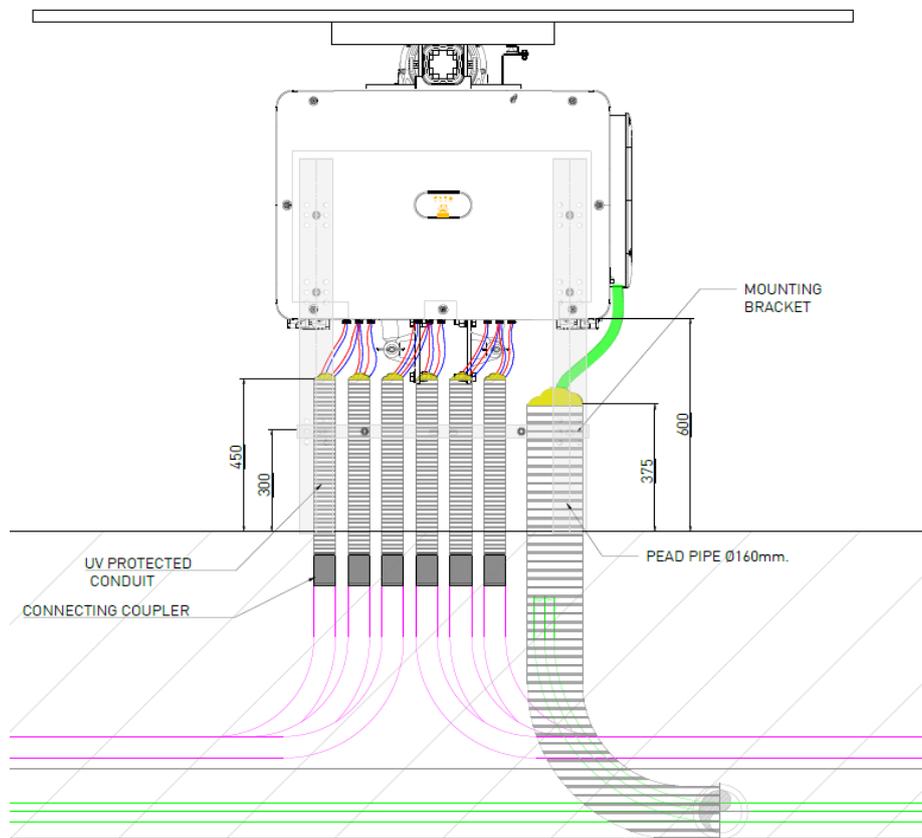


Imagen 1. Detalle instalación de cableado CC y CA en inversor string.

Criterios de diseño

Este tramo de conductor se diseña para una caída de tensión del 0,5%.

Los criterios de diseño que se han seguido son condiciones estándar y una ganancia del 10% gracias a la bifacialidad del módulo.

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)
	MEMORIA
Mayo 2025	

La sección de los conductores de nivel 1 será de 6 mm². En caso de conductores de longitud superior a 47 m, se utilizará una sección de 10 mm².

Características de las series de módulos fotovoltaicos:

MODELO DE PANEL	P _{max} (W)	I _{mp} (A)	V _{oc} (V)	Coef. Temp. (V _{oc})	I _{mp} (A) (+10%)	V _{mp} (V) (+10%)
RSM132-8-650BMDG	715	17.17	45.49	-0,25 %/ °C	18.89	45.49

Serie	Nº módulos	V (V)	I (A)	Caída máx. V (%)	ρ (Omh·mm ² /m)
	32	1455.68	18.89	0.5	0.02

Cálculos Justificativos

A continuación, se recogen los cálculos justificativos para cada inversor:

INVERSOR 1				
String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	91	10	18,89	0,472
2	85	10	18,89	0,441
3	58	10	18,89	0,301
4	35	6	18,89	0,303
5	53	6	18,89	0,459
6	30	6	18,89	0,260
7	47	6	18,89	0,407
8	24	6	18,89	0,208
9	51	10	18,89	0,265
10	58	10	18,89	0,301
11	64	10	18,89	0,332
12	70	10	18,89	0,363

INVERSOR 2				
String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268



ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”
DE 3 MW DE POTENCIA
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Mayo 2025

MEMORIA

7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 3

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 4

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 5				
String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 6				
String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 7				
String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301



ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”
DE 3 MW DE POTENCIA
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Mayo 2025

MEMORIA

4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 8

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 9

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275



ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”
 DE 3 MW DE POTENCIA
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Mayo 2025

MEMORIA

10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 10

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 11

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 12

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	64	10	18,89	0,332
2	43	6	18,89	0,372
3	58	10	18,89	0,301
4	37	6	18,89	0,320
5	52	10	18,89	0,270
6	31	6	18,89	0,268
7	47	10	18,89	0,244
8	25	6	18,89	0,216
9	53	10	18,89	0,275
10	31	6	18,89	0,268
11	59	10	18,89	0,306
12	37	6	18,89	0,320

INVERSOR 13

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	54	10	18,89	0,280
2	48	10	18,89	0,249
3	42	6	18,89	0,363
4	36	6	18,89	0,311
5	30	6	18,89	0,260
6	24	6	18,89	0,208
7	29	6	18,89	0,251
8	35	6	18,89	0,303
9	41	6	18,89	0,355
10	49	10	18,89	0,254
11	55	10	18,89	0,285
12	60	10	18,89	0,311

INVERSOR 14

String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	54	10	18,89	0,280
2	48	10	18,89	0,249
3	42	6	18,89	0,363
4	36	6	18,89	0,311
5	30	6	18,89	0,260

6	24	6	18,89	0,208
7	29	6	18,89	0,251
8	35	6	18,89	0,303
9	41	6	18,89	0,355
10	49	10	18,89	0,254
11	55	10	18,89	0,285
12	60	10	18,89	0,311

INVERSOR 15				
String	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad (A)	Caída de tensión e (%)
1	54	10	18,89	0,280
2	48	10	18,89	0,249
3	42	6	18,89	0,363
4	36	6	18,89	0,311
5	30	6	18,89	0,260
6	24	6	18,89	0,208
7	29	6	18,89	0,251
8	35	6	18,89	0,303
9	41	6	18,89	0,355
10	49	10	18,89	0,254
11	55	10	18,89	0,285
12	60	10	18,89	0,311

4.2 Conductores de CA.

Los conductores de CA comprenden el tramo situado entre los inversores y los centros de transformación. Estos conductores discurren por el recinto de la planta y se instalarán directamente enterrados en zanja con aporte de arena.

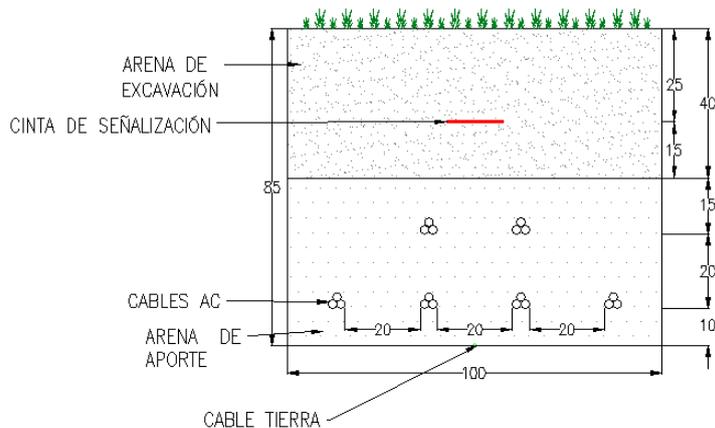


Imagen 2. Disposición de cables de CA en zanja directamente enterrados

Criterios de diseño

El conductor seleccionado para este tramo es de aluminio tipo RZ1-K (AS) y la caída de tensión máxima de referencia es del 1%.

Los parámetros de diseño empleados son los siguientes:

Voltaje (V)	Potencia (kW)	Caída máx. V (%)	ρ (Omh·mm ² /m)	Conductor
800	200	1	0,028	RZ1-K (AS)

Cálculos Justificativos

En la tabla siguiente se recogen las longitudes y secciones de los conductores de cada uno de los inversores de la planta.

CT PVF PRADONUEVO				
Inversor	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Pmax (kVA)	e(%)
SI 01	175	185	215	0,73
SI 02	150	150	215	0,77
SI 03	115	120	215	0,74
SI 04	80	95	215	0,65
SI 05	40	50	215	0,61
SI 06	40	50	215	0,61
SI 07	75	70	215	0,82
SI 08	105	95	215	0,85
SI 09	145	150	215	0,74
SI 10	185	185	215	0,77



ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”
DE 3 MW DE POTENCIA
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Mayo 2025

MEMORIA

SI 11	175	185	215	0,73
SI 12	110	120	215	0,70
SI 13	60	70	215	0,66
SI 14	50	50	215	0,77
SI 15	120	120	215	0,77

5 INDICAR LAS CARACTERÍSTICAS Y DIÁMETROS DE LOS TUBOS UTILIZADOS PARA CANALIZACIONES DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN O ACLARAR EL TIPO DE INSTALACIÓN

En el caso de conductores de C.C. se canalizarán bajo tubo en el último tramo desde la estructura hasta el inversor

Los conductores de C.A. únicamente se instalarán entubados únicamente en el tramo desde el inversor hasta la zanja.

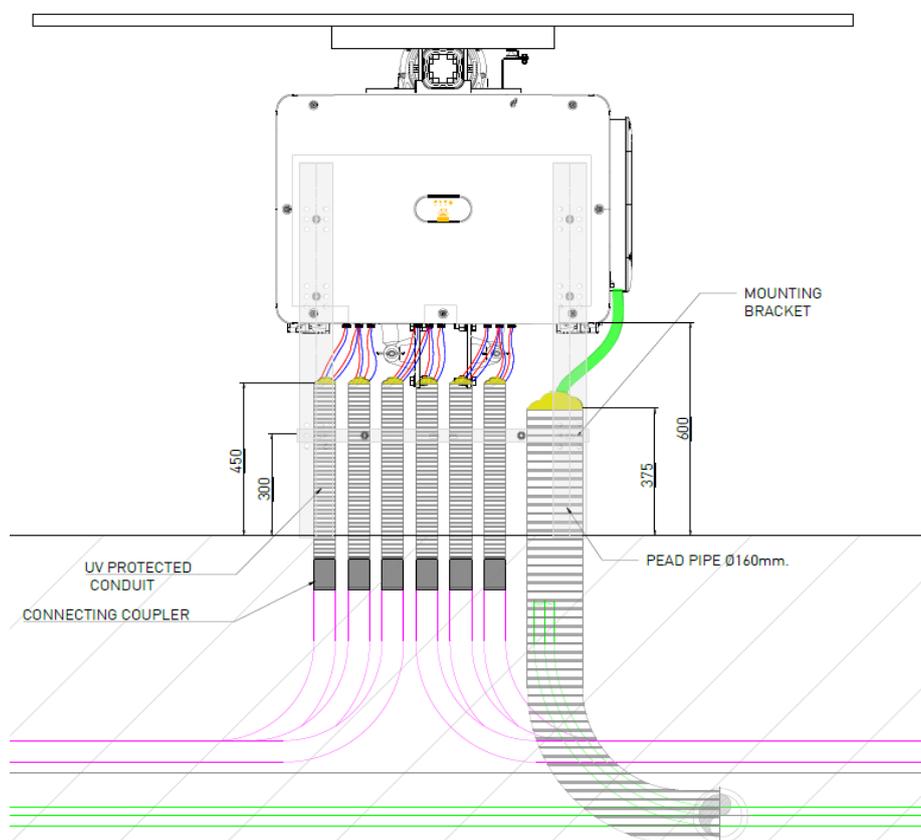


Imagen 3. Detalle instalación de cableado CC y CA en inversor string.

Tubos utilizados para la canalización de la instalación:

- Cables de C.C.: Se utilizarán tubos corrugados de diámetro 63 mm.
- Cables de C.A.: Se utilizará tubo corrugado de diámetro 160 mm.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

6 JUSTIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL R.D. 337/2014, DE 9 DE MAYO PARA LOS EDIFICIOS PREFABRICADOS DE MANIOBRA INTERIOR.

En la construcción se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 5.1 del ITC-RAT 14

Para la determinación de las protecciones contra incendios, se tendrá en cuenta a la hora de realizar el diseño:

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

Además, se adoptarán las siguientes medidas para los edificios prefabricados de maniobra interior:

- a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores.
Se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del transformador.
- b) Sistemas de extinción.
 - b.1) Extintores móviles
Se colocará un extintor de eficacia mínima 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Dado que existe personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de esta tipología de instalaciones, este personal itinerante deberá llevar en sus vehículos, como mínimo, dos extintores de eficacia mínima 89B.

	<p style="text-align: center;">ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p style="text-align: center;">MEMORIA</p>

7 ACLARAR LA EFICACIA DE LOS EXTINTORES INSTALADOS PARA DAR CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO EN LA ITC RAT 14 DEL RD 337/2014 PARA LOS EDIFICIOS PREFABRICADOS DE MANIOBRA INTERIOR.

Dado que no se dan las condiciones necesarias descritas en el apartado 5.1 de la ITR-RAT 14 para la instalación de sistemas de extinción de incendio fijos. Se utilizarán extintores móviles de eficacia mínima 89B.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

8 EN EL ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS DE ALTA TENSIÓN APORTADO ACLARAR EL ORIGEN DE LOS VALORES DE CORRIENTE UTILIZADOS.

El estudio de campos magnéticos debe realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos de corriente.

El origen de los valores utilizados son datos proporcionados por el fabricante de los equipos.

9 APORTAR ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PARTE DE BAJA TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN, ACLARANDO, EN SU CASO, LAS MEDIDAS PARA MINIMIZAR DICHOS CAMPOS EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN SEGÚN R.D. 337/2014, DE 9 DE MAYO Y EL ORIGEN DE LOS VALORES DE CORRIENTE UTILIZADOS.

9.1 Medidas para minimizar los campos magnéticos en el exterior de la instalación

En el diseño de las centrales de potencia, se han tomado medidas destinadas a limitar las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que se han considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
2. Las posiciones de BT ubican en el interior de un contenedor, en cuadros con envoltente metálica, cuya carcasa disminuye n el campo magnético en el exterior.
3. Los conductores de ambos niveles de tensión están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.

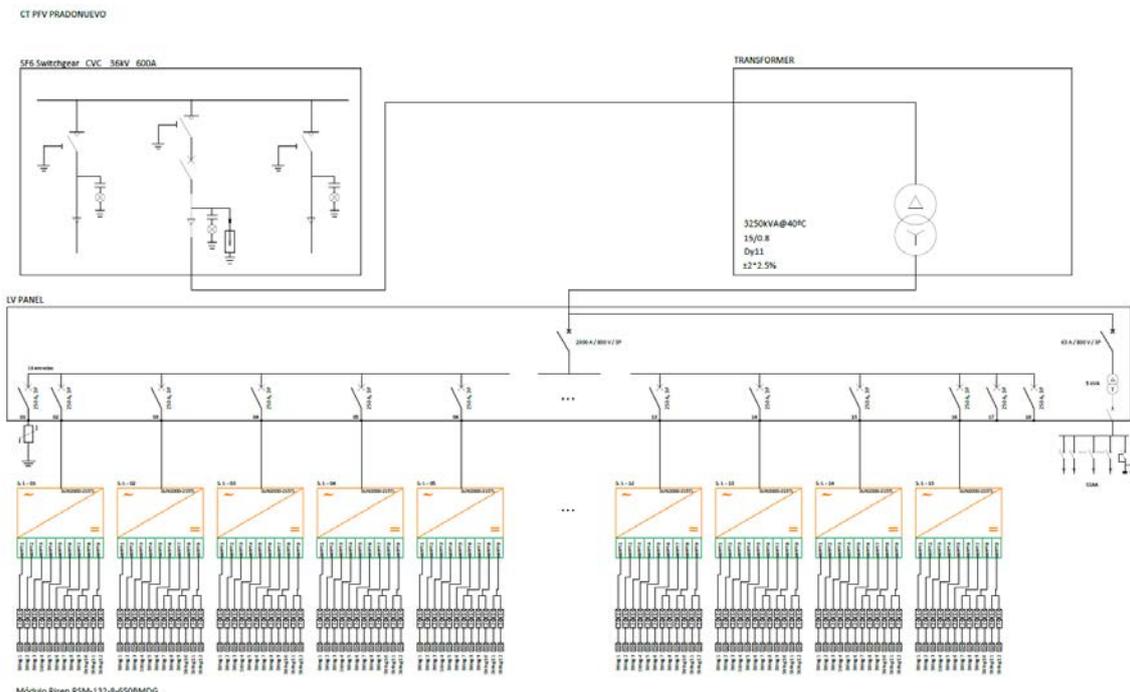


Imagen 4. Esquema Unifilar nivel de tensión 0.8 kV

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

9.2 Método de Cálculo

El método de cálculo consiste en un cálculo del campo magnético generado por cada fase en el punto de medida.

La expresión empleada para calcular el campo magnético según Biot-Savart viene dada por:

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2 * \pi * D} [T]$$

Donde:

B = Inducción magnética [T]

μ_0 = Permeabilidad magnética del aire (considerada como la del vacío) = $4 * \pi * 10^{-7} [N/A^2]$

I = Corriente que circula por el conductor [A]

D = Distancia entre el punto de medida “P” y el conductor [m]

Sustituyendo el valor de permeabilidad magnética y tomando como unidad de referencia el microTesla (μT) la expresión resulta de la siguiente manera:

$$B = \frac{2 * 10^2 * I}{D} [\mu T]$$

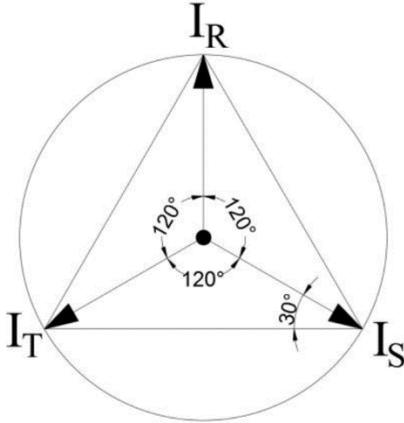
Donde:

I = Corriente que circula por el conductor [A]

D = Distancia entre el punto de medida “P” y el conductor [mm]

La siguiente consideración a tener en cuenta es el hecho de que la corriente sea trifásica. El sistema trifásico es el empleado para el transporte y distribución de energía eléctrica a escala global, y este implica que existan tres fases, cuyas magnitudes eléctricas están desfasadas entre sí.

Las magnitudes eléctricas de un sistema trifásico están desfasadas entre sí. En concreto, este desfase entre las magnitudes de cada fase será de 120° en un sistema perfectamente equilibrado, que es el caso que nos ocupa. Este hecho afecta de manera notable a la hora de contabilizar los campos magnéticos que se generan, ya que las corrientes de las fases están relacionadas las unas con las otras. En la figura siguiente, puede advertirse el desfase entre las corrientes de las tres fases pertenecientes a un circuito trifásico equilibrado, de notación R, S y T.



Si tenemos en cuenta la componente de las fases S y T en la dirección de R, observamos que el ángulo que las relaciona tiene un valor de 30°. Entonces, en un sistema equilibrado llegamos a la conclusión de que:

$$I_S = I_T = -I_R * \text{sen}(30^\circ) = \frac{-I_R}{2}$$

Aplicando lo anterior al campo magnético generado por cada fase, tendremos:

$$B_R = \frac{2 * 10^2 * I_R}{D_{PR}} [\mu T]$$

$$B_S = \frac{2 * 10^2 * I_S}{D_{PS}} = -\frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} [\mu T]$$

$$B_T = \frac{2 * 10^2 * I_T}{D_{PT}} = -\frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} [\mu T]$$

El campo magnético total en un punto P será el resultado de la suma de los campos magnéticos de cada una de las fases en ese punto y vendrá dado por la expresión:

$$B_{Total} = B_R + B_S + B_T = \frac{2 * 10^2 * I_R}{D_{PR}} - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}}$$

9.3 Resultados

El estudio de campos magnéticos debe realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos de corriente.

El origen de los valores utilizados son datos proporcionados por el fabricante de los equipos.

En este caso, los valores más elevados de campo, se producen sobre la zona de la salida de baja tensión del trafo, siendo de 30,55 μ T.

FASE	I (A)	D _p (mm)	B (μ T)
R	144,4	945,2	30,55
S	144,4	980,2	29,46
T	144,4	980,2	29,46
TOTAL			1,091

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

10 APORTAR PLANO DE PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA, REPRESENTANDO LA PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y DEL CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

Con este Anexo se adjunta revisión de los planos nº 10 del proyecto:

- RED DE TIERRAS

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

11 JUSTIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE APARTADO 5 DE LA ITC-LAT 06 RELATIVO A CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. EN LOS CRUZAMIENTOS ENTRE CABLES DE BT Y MT SE DEBE RESPETAR UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 25CM Y NO LOS 10CM QUE SE INDICAN EN EL PROYECTO.

En este anexo se rectifica la distancia mínima que se debe respetar entre conductores en los cruzamientos de cables de BT y MT, para cumplir con el apartado 5 de la ITC-LAT 06.

Cruzamientos BT-MT

Los cruzamientos de cableado de BT se realizarán respetando siempre la misma separación que existe entre los cables en el interior de las zanjas, en el caso de diferencias de distancia siempre se respetará la mayor distancia.

En el caso de cruzamiento de cableado BT y MT, se realizará siempre respetando una separación vertical de al menos **25 cm** entre los cables BT y los cables de MT, siendo siempre el cable MT el que quede más profundo.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Mayo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

12 APORTAR PLANO DE TRAZADO Y DE SECCIÓN DE LA CANALIZACIÓN DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN INDICANDO: PROFUNDIDAD TOTAL DE LA CANALIZACIÓN, TRAMOS CON CABLE BAJO TUBO, TRAMOS CON CABLE DIRECTAMENTE ENTERRADO, ESPESOR DE LA CAPA DE ARENA SOBRE LOS CABLES/TUBOS Y DIÁMETRO DE LOS TUBOS.

La línea subterránea de MT discurre en su totalidad por una parcela privada. Los conductores se instalarán en zanja directamente enterrados a una profundidad que no será inferior a 0,6 m.

El cable se instalará sin canalización, sobre una cama de arena o material de características equivalentes y de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños.

Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

PLANOS

Con este Anexo se adjunta revisión de los planos nº 17 y nº 18 del proyecto.

- TRAZADO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.
- SECCIONES TIPO DE ZANJA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
Mayo 2025	<p>MEMORIA</p>

13 CONCLUSIONES

Con lo expuesto en la memoria y con los planos y documentos adjuntos, se consideran suficientemente descritas las instalaciones para las que se pretende el objeto que se describe en el apartado 2 de este documento.

Murcia, marzo de 2025
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.



SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.



PLANOS



ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”
DE 3 MW DE POTENCIA
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Mayo 2025

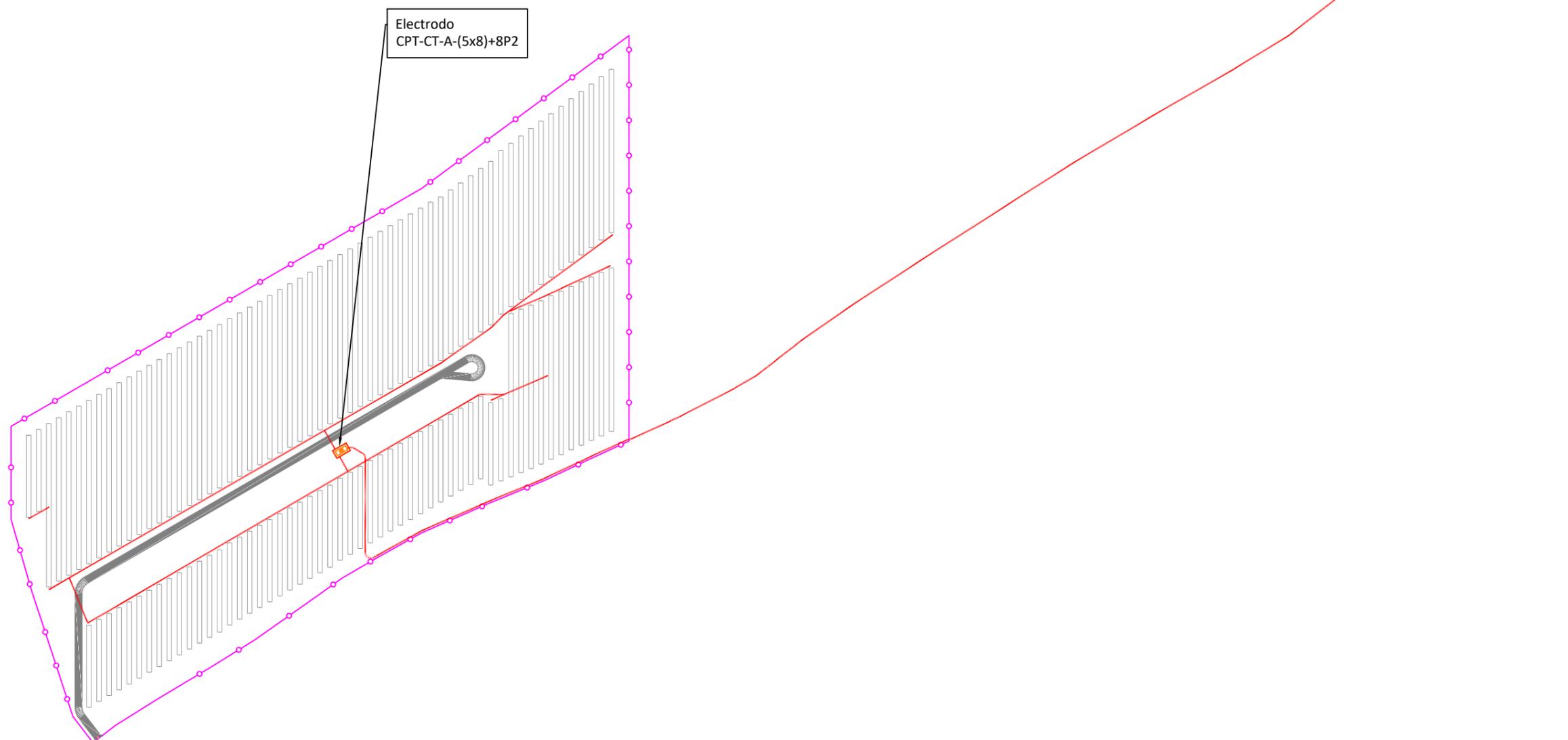
PLANOS

PLANO NÚMERO	DENOMINACIÓN	Nº PLANOS
10	Red de Tierras y Detalles.	3
17	Trazado de línea subterránea de evacuación. Cruzamientos y paralelismos	2
18	Secciones tipo de zanja evacuación. Cruzamientos y paralelismos	1

— Vallado perimetral.
 — Red de tierras.

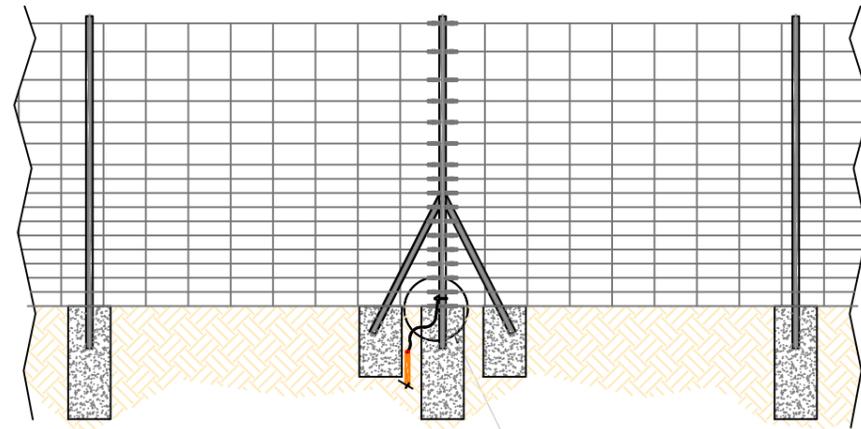
Electrodo
 CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2

Electrodo
 CPT-CT-A-(5x8)+8P2



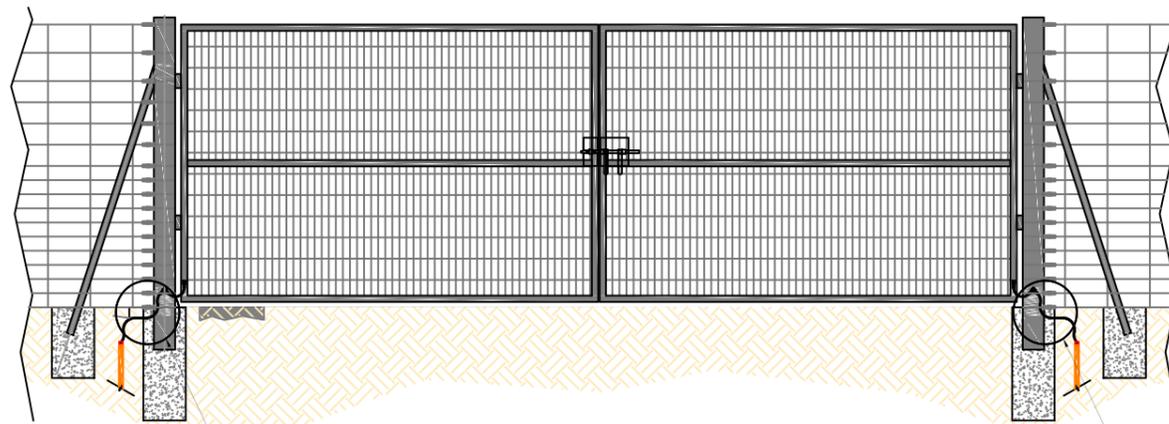
						A3 	ESCALA	1/2.500	DENOMINACION: ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV PRADONUEVO.	
							TÍTULO DEL PLANO:	RED DE TIERRAS.		
							PLANTA FOTOVOLTAICA PRADONUEVO. T.M.: VALDEMORO (MADRID)		Nº:	1 DE 3
01	Mayo 2025					PLANO N.			10	
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado					

DETALLE DE PUESTA A TIERRA POSTE VALLADO



DETALLE PUESTA A TIERRA A TIERRA

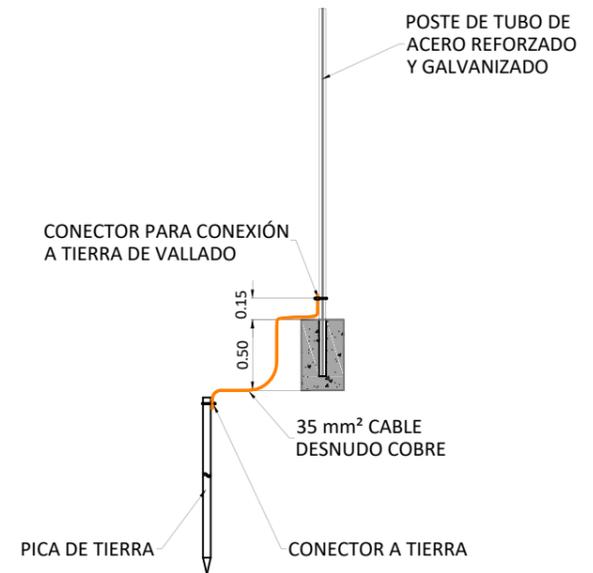
DETALLE PUESTA A TIERRA PUERTA ACCESO



DETALLE PUESTA A TIERRA A TIERRA

DETALLE PUESTA A TIERRA A TIERRA

DETALLE DE PUESTA A TIERRA (CONEXIÓN A TIERRA DE POSTE DE VALLADO PERIMETRAL)

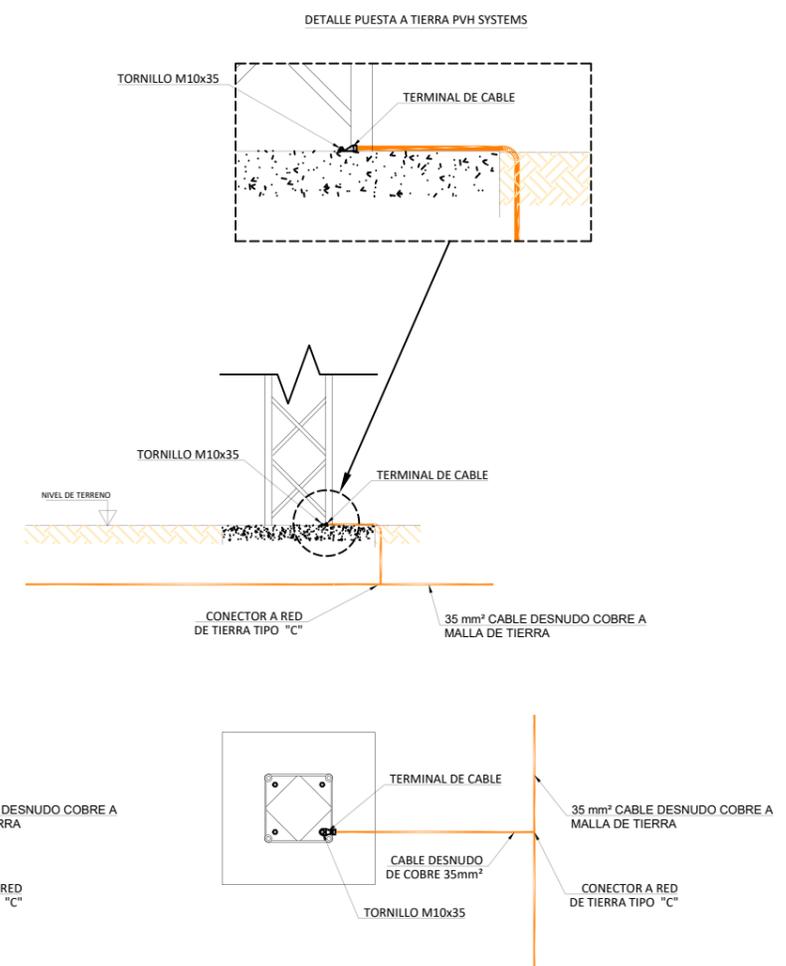
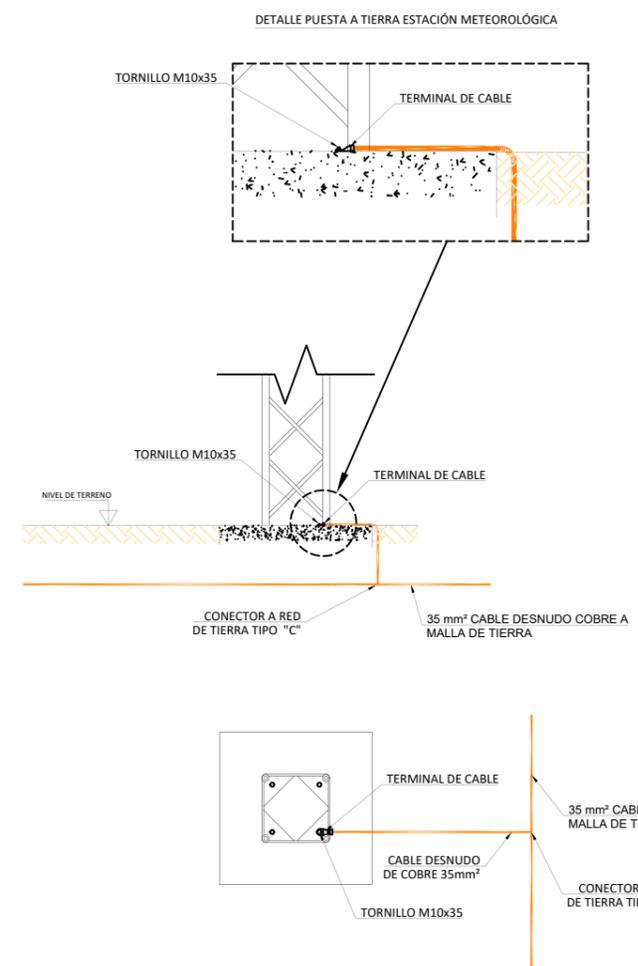
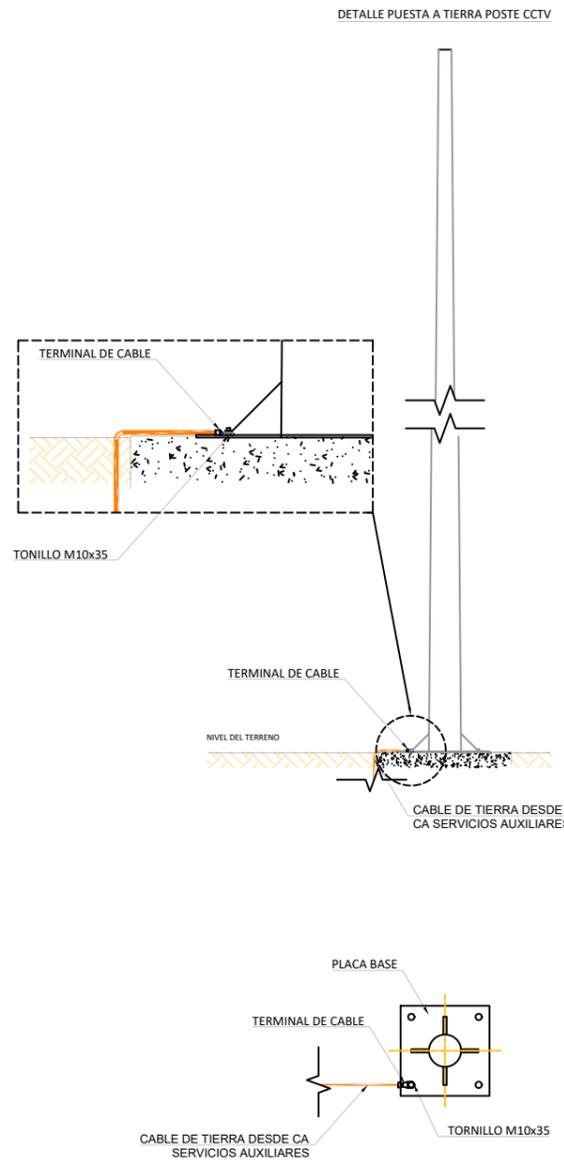


	01	Mayo 2025	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

A3

ESCALA 1/50

DENOMINACION: ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV PRADONUEVO.	
TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS. DETALLES.	
PLANTA FOTOVOLTAICA PRADONUEVO. T.M.: VALDEMORO (MADRID)	Nº: 2 DE 3 PLANO N. 10



[Redacted]						A3	ESCALA 1/50	DENOMINACION: [Redacted] PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV PRADONUEVO.
								TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS. DETALLES.
	01	Mayo 2025	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]		PLANTA FOTOVOLTAICA PRADONUEVO. T.M.: VALDEMORO (MADRID)
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado		Nº: 3 DE 3 PLANO N. 10





Apoyo
RHJSG4AK//D9

E/S A LSAT 15 kV
SM2702

Línea aérea de 15 kV
SM2701 de UFD.

Apoyo
RHJSG4AK//D9

LSAT 15 kV
SM2702

CS PFV
Pradonuevo

CS

CPM

CPMC PFV
Pradonuevo

UTM:
X: 445.293
Y: 4.453.247

UTM:
X: 445.289
Y: 4.453.243

Paralelismo con
Canalización de
Telecomunicaciones

Conductor Directamente enterrado.
Detalle de zanja en plano nº 18

Canalización de
Telecomunicaciones

Edificio O&M

CT

Línea subterránea
de evacuación 15 kV

-  Vallado perimetral.
-  Línea de evacuación subterránea 15 kV
-  Línea aérea de 15 kV SM2701 UFD
-  Canalización telecomunicaciones.

01	Mayo 2025				
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

A3

ESCALA
1/2.000

DENOMINACION: ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV PRADONUEVO.
TÍTULO DEL PLANO: TRAZADO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.



PLANTA FOTOVOLTAICA
PRADONUEVO.
T.M.: VALDEMORO (MADRID)

Nº: 1 DE 2
PLANO N. 17



Línea aérea de 15 kV SM2701 de UFD.

Apoyo RHJSG4AK//D9

CS PFV Pradonuevo

CPMC PFV Pradonuevo

Conductor Directamente enterrado. Detalle de zanja en plano nº 18

Paralelismo con Canalización de Telecomunicaciones

Canalización de Telecomunicaciones

Edificio O&M

CT

Línea subterránea de evacuación 15 kV

-  Vallado perimetral.
-  Línea de evacuación subterránea 15 kV
-  Línea aérea de 15 kV SM2701 UFD
-  Canalización telecomunicaciones.

[Redacted]					
01	Mayo 2025	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado

A3

ESCALA 1/2.000

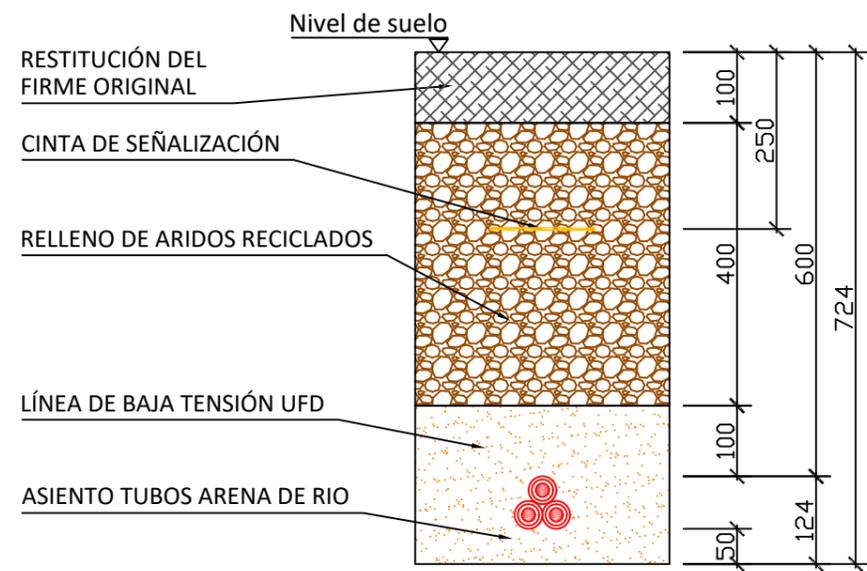
DENOMINACION: [Redacted] PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV PRADONUEVO.
 TÍTULO DEL PLANO: TRAZADO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS. ORTOFOTO.



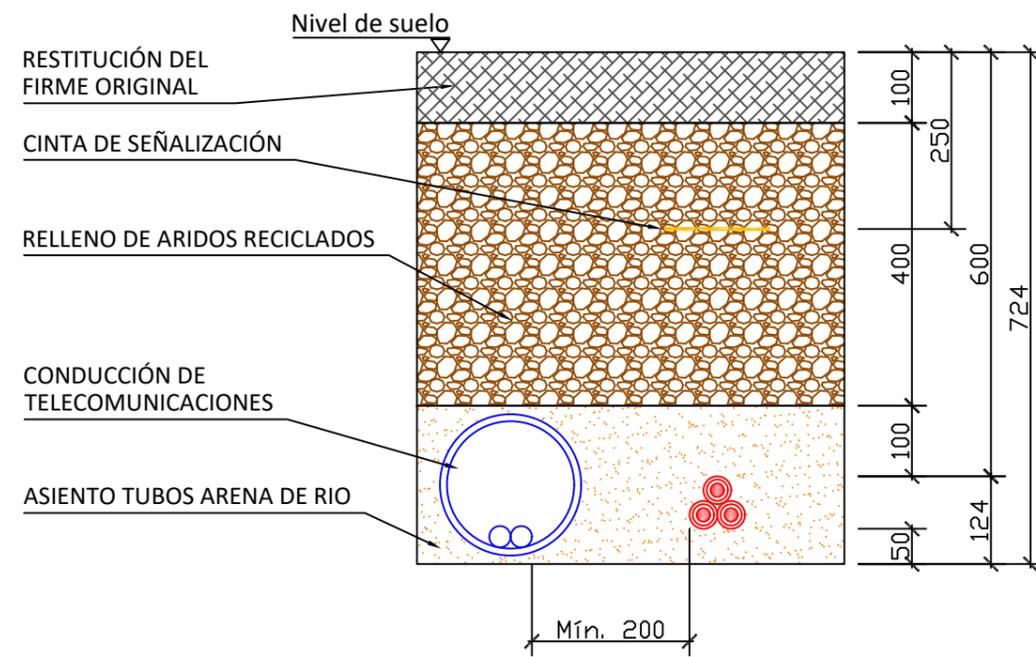
PLANTA FOTOVOLTAICA PRADONUEVO.
 T.M.: VALDEMORO (MADRID)

Nº: 2 DE 2
 PLANO N.º 17

Zanja tipo línea de evacuación LSMT



Zanja tipo paralelismo con cables de telecomunicación



	A3	ESCALA 1/10	DENOMINACION: ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV PRADONUEVO.			
			TÍTULO DEL PLANO: SECCIONES TIPO DE ZANJA DE EVACUACIÓN. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.			
01	Mayo 2025					Nº: 1 DE 1
Rev.	Fecha	Projectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	PLANTA FOTOVOLTAICA PRADONUEVO. T.M.: VALDEMORO (MADRID)
						PLANO N.º 18