

SYNERGIA DEVELOPMENT, 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
"MORALEJA"
DE 5MW DE POTENCIA
T.M. MORALEJA DE
ENMEDIO (MADRID)**

 <p>synergia Energy Solutions</p>	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

CONTENIDO

1. - MEMORIA.
2. - PLANOS.



MEMORIA

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

ÍNDICE

1	TITULAR.	4
2	OBJETO.5	
3	RELACIÓN DE NORMAS UNE Y ESPECIFICACIONES PARTICULARES.	6
3.1	LEGISLACIÓN NACIONAL.....	6
3.2	LEGISLACIÓN INTERNACIONAL	8
3.3	ESPECIFICACIONES PARTICULARES APROBADAS DE EMPRESAS DE PRODUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA APLICABLES.	9
4	JUSTIFICACIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL RD. 337/2014, DE 9 DE MAYO.....	11
5	ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA INSTALACIÓN. SEGÚN RD 337/2014, DE 9 DE MAYO.....	14
5.1	CÁLCULO DEL FLUJO MAGNÉTICO EN LA INSTALACIÓN.....	16
5.1.1	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES	16
5.1.2	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.....	18
5.1.3	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES EN LOS PUENTES DEL TRANSFORMADOR	19
5.1.4	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LAS CONEXIONES A LAS BORNAS DEL TRANSFORMADOR	20
6	VENTILACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL APARTADO 4.4 DE LA ITC RAT 14.	22
7	CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO SEGÚN RD 337/2014 DE 9 DE MAYO.....	24
8	JUSTIFICACIÓN Y CÁLCULOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE CONFORMIDAD CON LA ITC BT-18 DEL REAL DECRETO 842/2002.	26
8.1	INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.....	27
8.1.1	INTENSIDAD DE EVACUACIÓN.....	27
8.2	CORTOCIRCUITO.....	27
8.2.1	CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO M.T.....	27
8.2.2	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	27
8.2.3	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....	27
8.2.4	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.....	28
8.3	CÁLCULO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA EN CT.	28
	ESTABLECIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DL SUELO. RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....	28



ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA”
DE 5 MW DE POTENCIA
T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)

Marzo 2025

MEMORIA

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. ELECTRODO UTILIZADO.	28
CÁLCULO DEL VALOR DE RESISTENCIA A TIERRA CT.....	29
CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	29
DETERMINACIÓN DE VALORES DE TENSIÓN DE PASO MÁXIMA QUE APARECE EN LA INSTALACIÓN.	29
DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO MÁXIMAS APLICADAS A LA PERSONA.....	30
DETERMINACIÓN DE LA DURACIÓN DE LA CORRIENTE DE FALTA.	30
DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN DE PASO ADMISIBLE ESTABLECIDA POR EL RAT.....	31
VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE PASO.	31
DISTANCIA AL ELECTRODO DE SERVICIO	32
CONSIDERACIÓN SIN CALZADO.	32
TENSIÓN QUE APARECE EN LA INSTALACIÓN.	33
8.4 JUSTIFICACIÓN PARA EL USO DE UN CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO CON UNA SECCIÓN DE 35 MM ²	33
9 PLANO DE PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA.	35
10 CONCLUSIONES	36

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
Marzo 2025	MEMORIA

1 TITULAR.

El titular y a la vez promotor del proyecto de la planta solar fotovoltaica Moraleja es la sociedad Synergia Development, S.L.U.

A continuación, se resumen los datos principales del promotor:

- Promotor: Synergia Development, S.L.U.
- N.º CIF: B06895965
- 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 “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 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:

- Aportar relación de normas UNE y especificaciones particulares aprobadas de empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica aplicables.
- Justificar el cumplimiento de las prescripciones de protección contra incendios de acuerdo al R.D. 337/2014, de 9 de mayo y aclarar la eficacia de los extintores instalados.
- Aportar estudio de campos magnéticos en las proximidades 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.
- Aportar los cálculos o medidas adicionales que justifiquen el cumplimiento de los límites de ruido según el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Justificar el cumplimiento de las prescripciones sobre ventilación de acuerdo al apartado 4.4. de la ITC RAT-14 del R.D. 337/2014, de 9 de mayo.
- 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 plano de planta general del sistema de tierras de la instalación proyectada.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
Marzo 2025	MEMORIA

3 RELACIÓN DE NORMAS UNE Y ESPECIFICACIONES PARTICULARES.

3.1 *Legislación Nacional*

Normas UNE

- UNE 62446 Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- UNE 61727 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- UNE 61173 Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV).
- UNE 21310 Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.
- UNE 61227 Sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia.
- UNE 20003/1954: Cobre tipo recocido o industrial.
- UNE 20101-5/1996: Transformadores de potencia.
- UNE 20432-3/1994: Ensayo de cables eléctricos.
- UNE 20460-4-41/1998: Instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE 21081/1999: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE 21127/1991: Tensiones normales.
- UNE 21587/1996: Transformadores de medida.
- UNE EN 60909-0/2002: Corrientes de cortocircuito.
- UNE EN 61330/1997: Centros de transformación prefabricados.

Legislación

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997).
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de Junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- Real Decreto 337/2014 Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Orden de 5 de Septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12/09/1985).

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
Marzo 2025	MEMORIA

- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT-C, IDAE 2002.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE nº 224, de 18 de septiembre de 2007).
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE 68, 19-03-2008).
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la orden de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (BOE nº 258 25/10/84) y sus actualizaciones o modificaciones posteriores.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Condiciones técnicas para la conexión a la red de Media Tensión de instalaciones o agrupaciones fotovoltaicas. Documento AG8, edición 4.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por Decreto de la Presidencia del Gobierno 2.414/1.961, de 30 de noviembre de 1.961 y disposiciones complementarias.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Instrucción de Servicio 2-CT/2003 sobre el mantenimiento obligatorio para los Centros de Transformación.
- Instrucción de Servicio 1-AT/2004 de la Dirección General de Industria y Energía sobre modelos de Certificados de inspección de instalaciones de alta tensión.
- Normas particulares compañía eléctrica para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión. CLM.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red (IDAE).
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- Decreto Legislativo 1/2010, de 18/05/2010, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y Caminos de Castilla-La Mancha.
- Decreto 1/2015, de 22/01/2015, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y Caminos.
- Reglamento de Suelo Rústico (Decreto 242/2004).
- Revisión de 10 de Febrero de 2016 de la Orden de 31-03-2003, de la Consejería de Obras Públicas, por la que se aprueba la instrucción técnica de planeamiento sobre determinados requisitos sustantivos que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones en suelo rústico.
- Ordenanzas Municipales Valdemoro y San Martín de la Vega (Madrid).
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

3.2 Legislación internacional

- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors
- IEC 60502-1: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 1 kV ($U_{max} = 1.2$ kV) and 3 kV ($U_{max} = 3.6$ kV)
- IEC 60304: International Standard of the International Electrotechnical Commission for standard insulation colors for cables and low frequency networks.
- IEC 60216: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Materials for Electrical Insulation - Thermal Properties and Durability
- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior coverings with a special protection function and that are applied by extrusion

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEEE 48: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for terminals of medium and high voltage cables
- IEEE 592: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for semiconductor coatings of medium voltage splices and connectors
- IEC 60502-2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
- IEC 60055: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Cables with insulation for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminum conductors)
- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors
- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior cable coverings with a special protection applied by extrusion
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60446: International Standard of the International Electrotechnical Commission Fundamental safety principles for the human-machine interface, marking and identification. Identification of conductors by color or by numbers
- IEC 60502-2: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 6 kV ($U_{max} = 7.2$ kV) and 30 kV ($U_{max} = 36$ kV)
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEC 60986: International Standard of the International Electrotechnical Commission for short-circuit temperature limits on rated voltage cables of 6 kV ($U_{max} = 7.2$ kV) and 30 kV ($U_{max} = 36$ kV)
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Testing for cable accessories with voltage between 6 and 36 kV.

3.3 Especificaciones particulares aprobadas de empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica aplicables.

Las especificaciones particulares de UFD vienen recogidas en su instrucción técnica IT.07972.ES-DE-NOR, que será de obligado cumplimiento, junto con la reglamentación vigente relacionada a continuación:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

- Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 413/2014 de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1454/2005 del 2 de diciembre de 2005, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulaban las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto de 2007 por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1164/2001 de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Y otras reglamentaciones o disposiciones administrativas europeas, nacionales, autonómicas o locales vigentes y aplicables.

También los Códigos de Red de Conexión (CRC), que establecen requisitos a las instalaciones de producción de electricidad, instalaciones de consumo y de distribución de energía, y a las instalaciones HVDC que se conectan al sistema eléctrico.

- Reglamento 2016/631 de requisitos de conexión de generadores a la red, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) el pasado 27 de abril de 2016.
- Reglamento 2016/1388 por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda, el cual fue publicado en el DOUE el pasado 18 de agosto de 2016.
- Reglamento 2016/1447 por el que se establece un código de red sobre requisitos de conexión a la red se sistemas de alta tensión en corriente continua y módulos de parque eléctrico conectados en corriente continua, el cual fue publicado en el DOUE el pasado 8 de septiembre de 2016.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

4 JUSTIFICACIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL RD. 337/2014, DE 9 DE MAYO.

Las prescripciones aplicables en materia de protección contra incendios para la instalación de la planta fotovoltaica vienen recogidas en el RAT en la ITC 15.

De acuerdo con el reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión, para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

1. Se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:
 - a) La 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 gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.

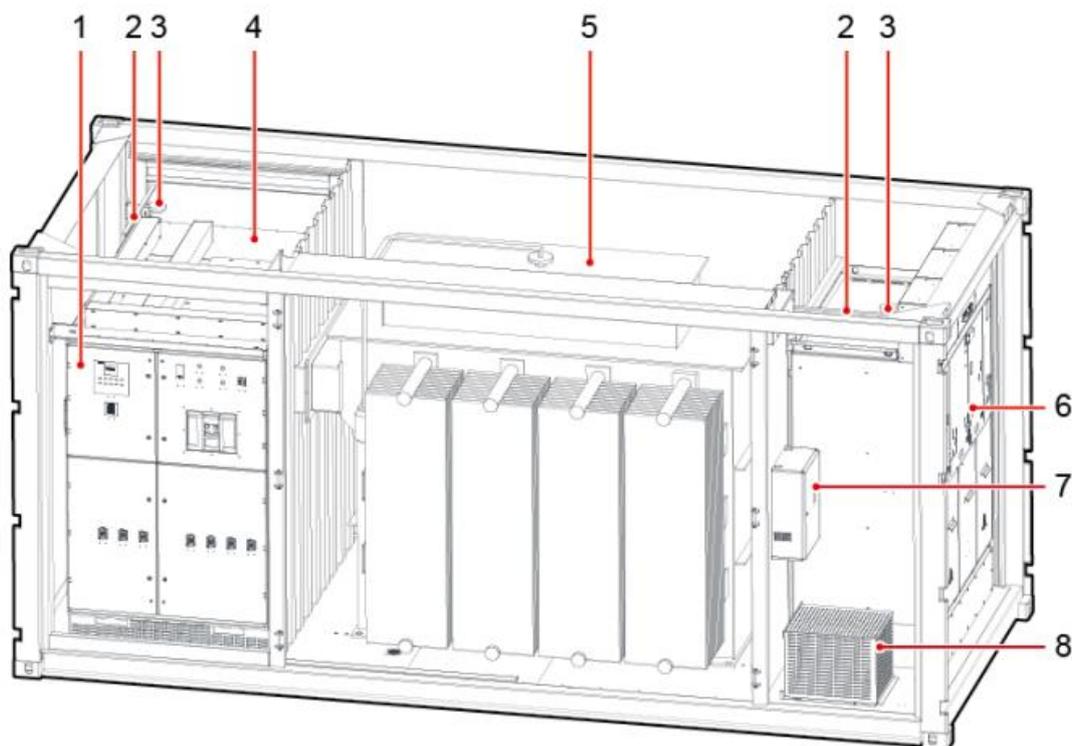
2. Los riesgos de incendio se particularizan principalmente en los transformadores o reactancias aislados con líquidos combustibles, en los que se tomarán una o varias de las siguientes medidas, según proceda:
 - a) Dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador. No es necesario el corte en aquellos arrollamientos que no tengan posibilidad de alimentación de energía eléctrica.
 - b) Elección de distancias suficientes para evitar que el fuego se propague a instalaciones próximas a proteger, o colocación de paredes cortafuegos.
 - c) En el caso de instalarse juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite u otros materiales al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.
 - d) La construcción de fosas colectoras del líquido aislante. Las instalaciones deberán disponer de cubas o fosas colectoras. Cuando la instalación disponga de un único transformador la fosa colectora debe tener capacidad para almacenar la totalidad del fluido y si hubiera más de un transformador, la fosa debe estar diseñada para recibir, al menos, la totalidad del fluido del transformador más grande.
 - e) Instalación de dispositivos de extinción apropiados, cuando las consecuencias del incendio puedan preverse como particularmente graves, tales como la proximidad de los transformadores a inmuebles habitados.

En base a estas prescripciones, han sido tomadas las medidas que se recogen a continuación.

La zona de mayor riesgo para la aparición de fuego en la instalación se particulariza principalmente en los transformadores aislados con líquido combustible, por lo que las principales medidas de protección se centraran en esta parte de la instalación. Se adoptarán las

siguientes medidas de protección activa y pasiva que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios:

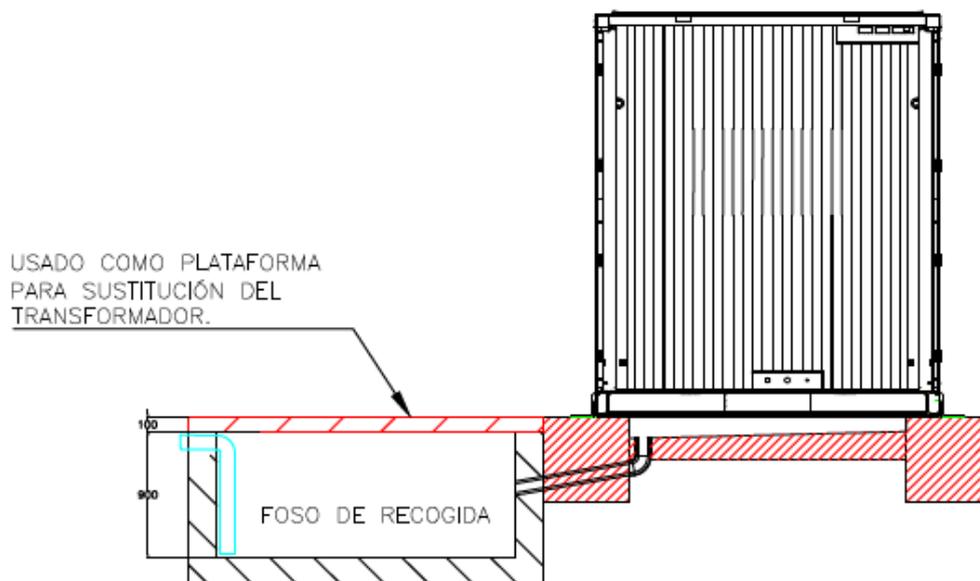
- Las estaciones de potencia incluyen un transformador y las celdas correspondientes de media tensión, se encuentran aisladas interiormente.



LEYENDA			
1	Cuadro A de baja tensión	5	Transformador
2	Luz	6	Celdas MT
3	Sensor de Humo	7	Cuadro de distribución
4	Cuadro B de baja tensión	8	Transformador auxiliar

- El transformador es de refrigeración tipo ONAN, por lo que se dispondrá de protecciones suficientes, tipo relé DGPT2 o sonda PT100, de manera que, en caso de detectar una dilatación excesiva del dieléctrico, un aumento de presión o un aumento de la temperatura cortarán la alimentación de los arrollamientos del transformador.
- En todos los casos, el transformador se ubicará sobre una fosa colectora capaz de contener la totalidad del fluido refrigerante en caso de vertido.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>



- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 en las proximidades de los transformadores, a una distancia máxima de 15 m.

Además de las anteriores medidas, enfocadas a las instalaciones de alta tensión, se contemplan otra serie de medidas encaminadas a evitar la propagación de un eventual incendio en el interior de la planta hacia las parcelas o espacios colindantes:

- El parque solar dispone de una zona de retranqueo entre las estructuras de los paneles solares y el vallado, de mínimo 8 metros. Esta zona, al igual que el resto del parque se mantendrá permanentemente desbrozada, mediante métodos mecánicos o animales, y libre de elementos combustibles, y actuará a modo de cortafuegos.
- Los viales de acceso tanto de entrada como en el interior de la planta tendrán suficiente capacidad para permitir el acceso a un camión de bomberos.
- Se dotará de extintores en el vallado perimetral en zonas estratégicas, dentro de cajas estancas, que garanticen un correcto estado de conservación de los mismos.
- Los elementos eléctricos son intrínsecamente seguros, los cuadros eléctricos de intemperie serán de protección IP65 o superior y estarán realizados con materiales auto extingüibles, no propagadores de llama, al igual que el cableado empleado.
- Todos los conductores eléctricos se contemplarán bajo el cumplimiento de la norma UNE-EN 60332-1, la cual indica que los conductores no contengan ningún compuesto propagador de llama, con la norma UNE-EN 60754, la cual indica que el conductor se encuentre libre de halógenos, la norma UNE-EN61034, que indica que haya una baja emisión de humos y la UNE-EN 60754-2, que indica una baja emisión de gases corrosivos.
- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 o polvo en seco junto a los principales cuadros eléctricos.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

5 ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA INSTALACIÓN. SEGÚN RD 337/2014, DE 9 DE MAYO.

El RAT, recoge en la ITC-RAT 15 que, para las instalaciones exteriores de alta tensión, como es el caso que nos ocupa, se tomarán las medidas adecuadas para minimizar en el exterior de las instalaciones, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de la instalación, cuando dichas instalaciones de alta tensión se encuentren **próximas a edificios de otros usos**. El reglamento, remite al R.D. 1066/2001 para marcar los valores máximos admisibles de los campos electromagnéticos.

En el caso de la Planta Fotovoltaica Moraleja, no existen edificios de otros usos próximos que se puedan ver afectados por los campos electromagnéticos de las instalaciones de alta tensión, por lo que no se considera necesario la justificación de su cumplimiento.

Remitiéndonos al R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, queda recogido en su anexo II los límites de exposición que garantizan la adecuada protección de la salud del público en general. Siendo los límites establecidos de obligado cumplimiento en aquellas zonas en las que puedan permanecer habitualmente personas. En el anexo II del RD anterior se definen los siguientes conceptos:

Restricciones básicas:

Las restricciones de la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, basadas directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas, reciben el nombre de “restricciones básicas”. Son por tanto los valores límite permitidos.

Niveles de referencia:

Los niveles de referencia sirven a efectos prácticos como evaluación de la exposición, para determinar la probabilidad de que se sobrepasen las restricciones básicas. El cumplimiento del nivel de referencia garantizará el respeto de la restricción básica pertinente. Las magnitudes derivadas que se utilizarán como valores de referencia son la intensidad del campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H), la inducción magnética (B), la intensidad de potencia (S) la corriente en extremidades (I_l).

Los niveles de referencia para el campo magnético a una frecuencia de 50 Hz, serán extraídos del cuadro 2 del apartado 3.1 del anexo II, que queda reflejado a continuación.

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	0,073	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

Para el campo magnético generado por una frecuencia de 50 Hz, los niveles de referencia serán:

Intensidad de campo E (V/m)	5
Intensidad de campo H (A/m)	80
Flujo magnético B(μT)	100

A pesar de no ser requerido por el RAT, existe además normativa de prevención de riesgos laborales que recoge los valores límite permitidos en los puestos de trabajo. Concretamente el RD 299/2016.

Para el caso que nos ocupa, serían de aplicación los límites siguientes de emisión:

Intensidad de campo E (V/m)	10
Flujo magnético B(μT)	500

El artículo 6.2 del RD 299/2016, hace referencia a que la evaluación de riesgos se realizará conforme a lo indicado en la Guía técnica de la Comisión Europea. Esta guía, excluye de la necesidad de realizar una evaluación de CEM a los siguientes lugares de trabajo:

Distribución y transmisión de electricidad (50 Hz):

1. Exposición a campo magnético:
 - Todo conductor aéreo desnudo de cualquier tensión nominal.
 - Toda instalación eléctrica (incluidos cableado, aparataje, transformadores...), cuya intensidad de fase nominal sea ≤ 100 A.
 - Todo circuito eléctrico (incluidos cableado, aparataje, transformadores...), donde conductores estén próximos entre sí y cuya intensidad neta sea ≤ 100 A.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

- Todo circuito eléctrico dentro de una instalación (incluido cableado, aparamenta, transformadores...), cuya intensidad de fase nominal sea ≤ 100 A para cada circuito.
2. Exposición a campo eléctrico:
 - Todo conductor aéreo desnudo con una tensión nominal ≤ 100 kV.
 - Toda línea aérea por encima del lugar de trabajo con una tensión nominal ≤ 150 kV.
 - Todo circuito de cable subterráneo o aislado, de cualquier tensión nominal.
 3. Trabajos en generadores y generadores de emergencia.
 4. Inversores, incluidos los sistemas fotovoltaicos.

Quedarían por tanto excluidas del alcance de la evaluación de riesgos según el RD 299/2016 todas las instalaciones de alta tensión de la planta fotovoltaica.

Por todo lo anterior, se considera que no es necesario justificar el cumplimiento de los límites anteriormente citados para el caso de las instalaciones de alta tensión de la planta fotovoltaica Moraleja.

En cualquier caso, a continuación, se realiza un cálculo teórico de emisiones en los puntos críticos que pueden aparecer en la instalación.

5.1 Cálculo del flujo magnético en la instalación

5.1.1 Campo magnético generado por los conductores

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/A²]

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:

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

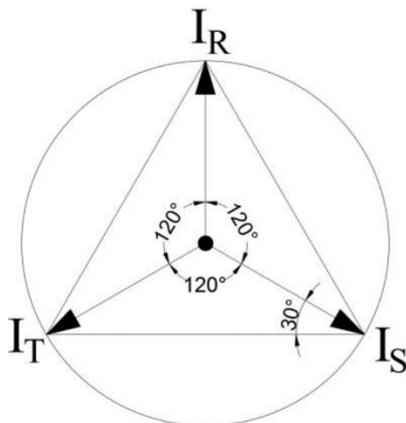
Donde:

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:

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

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

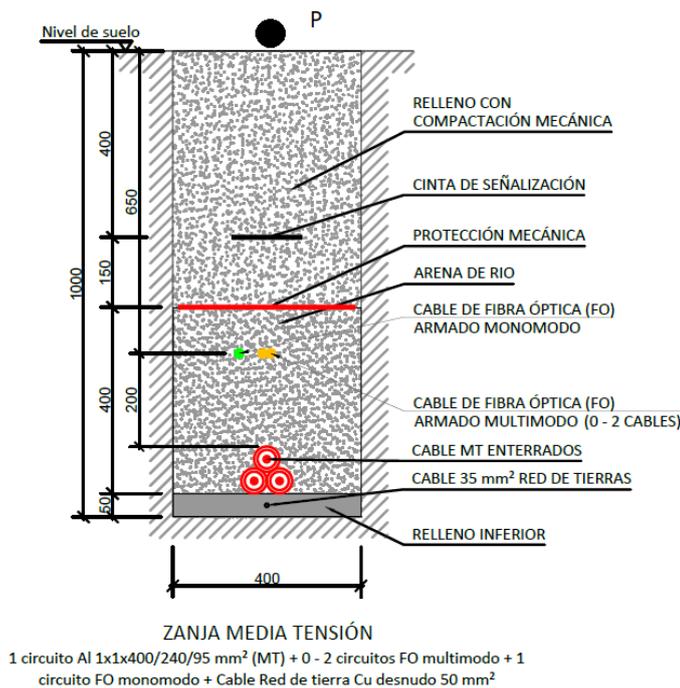
$$B_T = \frac{2 * 10^2 * I_T}{D_{PT}} = - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} [\mu T]$$

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:

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

5.1.2 Campo magnético generado por los conductores subterráneos

En la imagen siguiente se representa la zanja tipo de media tensión empleada en el proyecto de la planta fotovoltaica Moraleja:



Para un punto P situado a una distancia aproximada de 1 m de los conductores y dada la proximidad que existe entre conductores, se puede suponer que:

$$D_{PR} \approx D_{PS} \approx D_{PT}$$

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

En base a la expresión anterior del campo magnético total generado, se puede considerar que los campos generados por las tres fases se anulan, siendo el campo electromagnético en P despreciable.

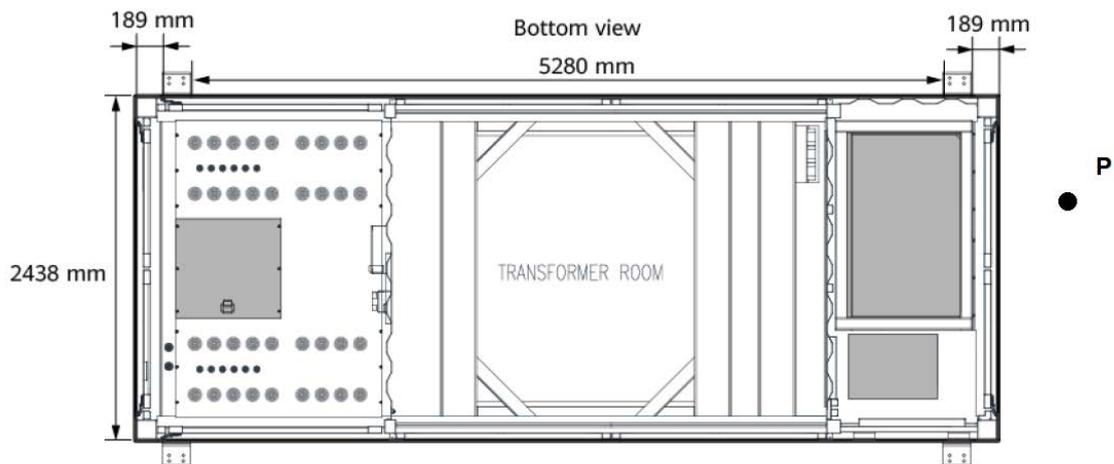
En la tabla siguiente se representan los valores de campo magnético calculados para las líneas de media tensión en el tramo de entrada a la subestación, en el que el valor de la intensidad será mayor y por tanto la más desfavorable en cuanto a la emisión de campo electromagnético:

FASE	I (A)	D _p (mm)	B (μT)
R	134,99	945,2	28,54
S	134,99	980,2	13,77
T	134,99	980,2	13,77
TOTAL			1

Como se puede observar, el valor del flujo magnético total generado por la suma de los flujos magnéticos de las tres fases sobre el punto P, da un valor prácticamente nulo.

5.1.3 Campo magnético generado por los conductores en los puentes del transformador

El caso más desfavorable será en los puentes del transformador a la salida hacia las celdas de media tensión.



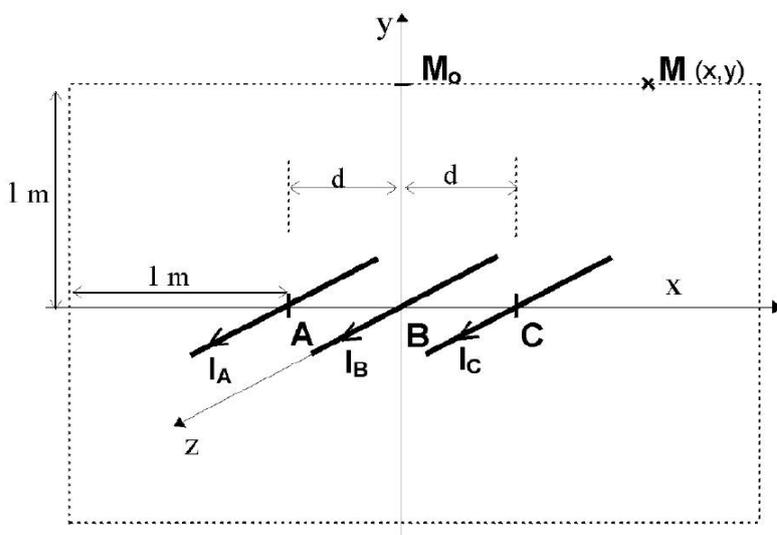
Considerando los conductores al aire y separados una distancia máxima de 300 mm entre sí, situados en el mismo plano y contando con que la intensidad que circula por cada fase será de 67,49 A, el campo magnético generado por la suma de las tres fases en un punto situado en la zona más próxima que podría ocupar un trabajador que realiza tareas de mantenimiento (aproximadamente a 2 m) será el siguiente.

FASE	I (A)	D _p (mm)	B (μT)
R	67,49	2000	6,75
S	67,49	2022	3,34
T	67,49	2022	3,34
TOTAL			0,073

5.1.4 Campo magnético generado por las conexiones a las bornas del transformador

La norma UNE 207012-001 plantea un sistema de cálculo del campo magnético alrededor de transformadores a frecuencia industrial.

El documento citado comienza haciendo hincapié en las relaciones entre corrientes trifásicas y para comenzar con el cálculo parte de establecer tres barras separadas entre sí una distancia “d”, perpendiculares a un plano, en este caso el “xy”. Ahora bien, igual que en nuestras consideraciones, crea un rectángulo de un metro alrededor de las tres barras de tal manera que cualquier punto de medida está contenido en él.



Así, para el punto genérico de medida M (x, y), establece que el campo magnético tiene un valor:

$$\frac{B_{Tot}}{2 * 10^{-7} * I} = \left[\left(\frac{y * \text{sen} \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)}{(x + d)^2 + y^2} + \frac{y * \text{sen} (\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{y * \text{sen} \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)}{(x - d)^2 + y^2} \right)^2 + \left(\frac{(x + d) * \text{sen} \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)}{(x + d)^2 + y^2} + \frac{x * \text{sen} (\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{(x - d) * \text{sen} \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)}{(x - d)^2 + y^2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} [T]$$

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

Donde:

x, y = Valor de las coordenadas del punto M [m]

ω = Frecuencia de la red [rads]

t = Tiempo [s]

I = Valor eficaz de la corriente que circula por cada barra [A]

d = Distancia entre barras [m]

Sin embargo, considerando todo el conjunto de puntos perteneciente al rectángulo y barras con longitud infinita, se obtiene una expresión en el punto M₀ de la imagen anterior mucho más manejable:

$$B_{Tot-Max} = 2 * 10^{-7} * I * \left(\frac{\sqrt{3} * d}{1 + d^2} \right) [T]$$

En el caso de que las barras tuviesen una longitud determinada, solo habría que introducir un factor de compensación en la expresión anterior tal que:

$$B_{Tot-Max} = 2 * 10^{-7} * I * \left(\frac{\sqrt{3} * d}{1 + d^2} \right) * \text{sen}(\alpha) [T]$$

Donde α se define como el ángulo tomado desde el punto de medida entre el centro de la barra y su extremo.

Para un ángulo α de 45° el campo magnético en bornes del transformador será de 4,55 μ T.

Se puede concluir, que a pesar de no ser aplicables los valores límite de emisión de campo electro magnético, por encontrarse la planta en una zona alejada de cualquier edificio de otros usos, las emisiones no llegarían a alcanzar los valores límite establecidos.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

6 VENTILACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL APARTADO 4.4 DE LA ITC RAT 14.

En el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF6, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas. Se evitará que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público.

En los locales con instalaciones aisladas por SF6 y situados por encima del suelo generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local. Para el diseño de la ventilación natural, aproximadamente la mitad de las aberturas de ventilación, vistas en un plano de sección, deben estar situadas cerca del suelo. En caso de que las aberturas no puedan disponerse cerca del suelo será necesaria una ventilación forzada.

Los locales con instalaciones aisladas con SF6 y situadas por debajo del suelo deben tener ventilación forzada si la cantidad de gas que pueda acumularse puede llegar a poner en riesgo la salud y seguridad de las personas. La ventilación forzada puede omitirse siempre que el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de la habitación. A efectos del cálculo del volumen total de gas SF6 a la temperatura y presión normales, debe tenerse en cuenta el volumen de gas de las botellas de SF6 en caso de que estén conectadas permanentemente para la recarga automática del compartimento.

Los locales con instalaciones aisladas en SF6 situadas bajo el suelo requieren ventilación forzada si la cantidad de gas que puede acumularse puede llegar a ser peligrosa para las personas. En concreto, si el volumen de gas del compartimento de gas más grande no excede, a presión atmosférica, del 10% del volumen de la habitación no será necesaria una ventilación forzada. Para calcular este volumen se debe multiplicar el volumen del compartimento mayor por la relación de presiones (presión absoluta interna en el compartimento entre presión atmosférica), para así tener en cuenta la expansión del gas a temperatura constante en caso de fuga de gas en uno de los compartimentos. Para estar del lado de la seguridad se hará el cálculo suponiendo que el compartimento que fuga es el que tiene mayor volumen de gas.

Las zonas bajas, por debajo de las instalaciones aisladas con SF6 y muy próximas a ellas, pueden acumular escapes de este gas, independientemente de que la instalación de alta tensión se encuentre por encima o por debajo de la cota cero. Ejemplo de estas zonas son locales que albergan bombas, fosos y grandes arquetas visitables. Para evitar la acumulación del gas puede ser necesario disponer en estas zonas de ventilación forzada, aunque esta ventilación no será necesaria cuando el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de estas zonas.

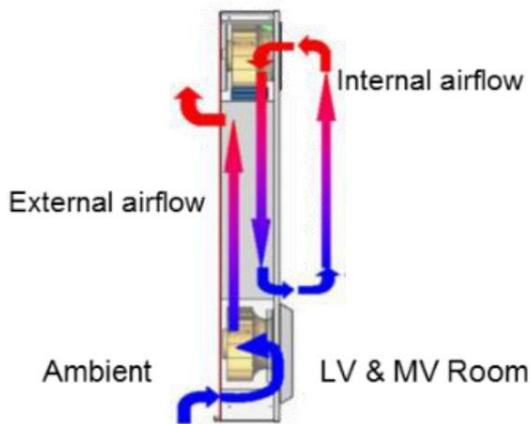
En instalaciones que se encuentren a cota cero o por encima de dicha cota, como por ejemplo los centros de transformación prefabricados o ubicados en edificios de otros usos, las condiciones de ventilación son más favorables que en las instalaciones subterráneas por lo que casi nunca es necesaria la ventilación forzada. En todo caso, si se cumple la misma regla anterior, es decir, si el volumen de gas del compartimento de gas más grande no excede, a presión atmosférica, del 10% del volumen de la habitación no será necesaria la ventilación forzada, ya que volúmenes inferiores al 10% no resultan peligrosos para la seguridad y salud de las personas.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

Otro caso singular de instalaciones que se pueden encontrar en cota cero o por encima de dicha cota lo constituyen los centros de seccionamiento y de reparto, que son instalaciones de alta tensión de tercera categoría con aparataje de maniobra, pero que no incluyen transformador de distribución. En este tipo de centros requiere de una ventilación mínima, ya que no existen pérdidas de potencia apreciables al no existir transformador de distribución, por lo que no son necesarias rejillas de ventilación, siendo generalmente suficiente la ventilación por conducción o a través del cerramiento del centro. A estos centros de seccionamiento o reparto, que contengan equipos con SF6 les resulta también de aplicación la mencionada regla del 10% de volumen de gas para evitar la necesidad de una ventilación forzada. Si esa condición de volumen no se cumple, deberá dotarse al local de ventilación natural o forzada independiente de su situación, por encima del suelo o por debajo de él.

Los centros de transformación del proyecto se instalan por encima de la cota cero. El sistema de ventilación adoptado es una solución por convección forzada. El aire del interior del centro de transformación será enfriado en un intercambiador de calor con el aire procedente del exterior. De este modo, se evitará la entrada de aire procedente del exterior hacia el interior del centro de transformación. La cabina de baja tensión del centro de transformación estará equipada con dos intercambiadores, y otro intercambiador de calor para la cabina de MT en ambos casos.

En la imagen siguiente se puede ver el principio de funcionamiento del sistema de ventilación de los centros:



Para reducir las altas temperaturas, se ha previsto una capa de aislamiento térmico en el techo del centro de transformación.

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)
Marzo 2025	MEMORIA

7 CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO SEGÚN RD 337/2014 DE 9 DE MAYO

El RAT, establece en la instrucción ITC-RAT-15, apartado 3.16, que, para las instalaciones eléctricas de exterior, con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones, éstas se dimensionarán y se diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el R. D. 1367/2007, de 19 de octubre.

Para el caso que nos ocupa, las instalaciones generadoras de ruido serán los transformadores que se encuentran en las centrales de potencia. Por tanto, el objeto de este apartado será justificar que los niveles de ruido emitidos por los transformadores de las centrales de potencia en el exterior de la planta se ajustan a los niveles requeridos.

Del artículo 14 del R. D. 1367/2007, se desprende que el objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas y en campo abierto será mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A del anexo II, disminuido en 5 dB.

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.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

Dado que este R.D. está enfocado a la protección de la población frente a las emisiones de ruido, se centra en áreas en las que se desarrolla la actividad humana. Esta tabla recoge los índices de ruido para áreas que nada tienen que ver con el área en que se encuentra la planta, ya que se trata de una zona rural sin edificaciones próximas.

Por el entorno en que se desarrollará la planta, el predominio podría asemejarse a un uso industrial o uso primario, se tomará como valor de referencia 65 dB, que reducido en 5 dB supondrá un valor límite para el índice de ruido de 60 dB.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

La ubicación de los centros de transformación queda detallada en el plano de planta del proyecto de ejecución:



La planta incluye un único centro de transformación. El transformador se encuentra a 130 m del camino más próximo en exterior de la planta.

Nivel de ruido emitido por los transformadores.

El fabricante establece unos requerimientos de instalación del transformador en los que se recoge que se debe garantizar una distancia mínima de 50 m desde el transformador hasta la zona residencial más cercana para evitar llegar a niveles de contaminación acústica.

Los 130 m que separan el centro de transformación del exterior de la planta, evitan que se puedan superar los niveles mínimos de ruido establecidos de 60 dB.

Como conclusión, dado que el valor de inmisión que habría que cumplir es de 60 dB, y según los datos del fabricante, el valor de ruido en el exterior sería de 46 dB, se puede afirmar que se cumple con la limitación de ruido.

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
Marzo 2025	MEMORIA

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

Para la PFV Moraleja 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 “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

8.1 Intensidad de media tensión.

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

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

8.1.1 Intensidad de evacuación.

En este caso, la tensión de la red de distribución es de 15 kV y tendremos en cuenta una potencia de 5 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 192,45 A.

8.2 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.

8.2.1 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 325 MVA. Por lo que obtenemos un valor de $I_{cc} = 12,5$ kA.

8.2.2 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.

8.2.3 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 8.2.1 de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 31,25 \text{ kA}$$

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)
Marzo 2025	MEMORIA

8.2.4 Comprobación por solicitud térmica.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparataje 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:

$$I_{cc(ter)} = 12,5 \text{ kA.}$$

8.3 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 descrito en el MT 2.11.33 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 la tabla A1.1.1 del MT 2.11.33 será el siguiente:

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

A continuación, y de acuerdo con el procedimiento propuesto en el MT 2.11.33 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.

De acuerdo con la MT 2.11.33, el electrodo a utilizar será el siguiente:

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

Del Anexo I:

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

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

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

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)
Marzo 2025	MEMORIA

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

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

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:

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

Siendo:

$k_{p,t-t}$: Anexo 1 del MT 2.11.33

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)
Marzo 2025	MEMORIA

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

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

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

Siendo:

$k_{p.a-t}$: Anexo 1 del MT 2.11.33

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

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

a) Con ambos pies en el terreno:

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

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

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

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

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

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 que se extrae directamente del MT 2.11.33:

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
$I'_{1Fp} \cdot t = 2200$	

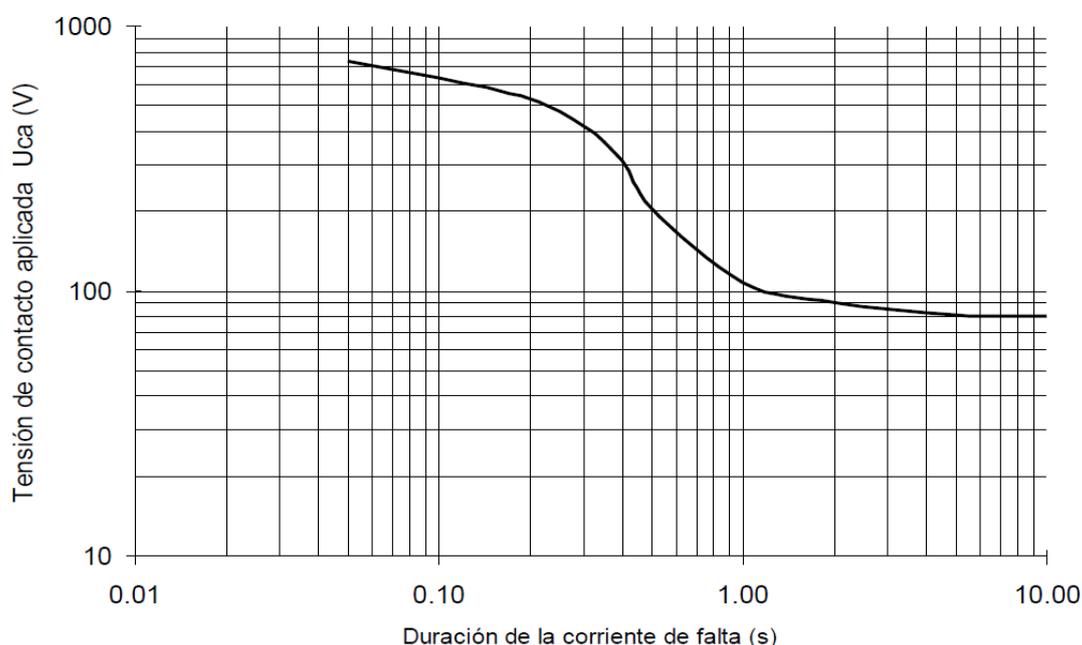
	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

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:

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

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.

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)
Marzo 2025	MEMORIA

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

Según la tabla 4 del MT 2.11.33, 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)
≤ 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 CT 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-(5x8)+8P2
- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.
 - a) Con los dos pies en el terreno:

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

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)
Marzo 2025	MEMORIA

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.

8.4 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 $261,26 \text{ A}$, ya que la corriente máxima que circulará a través de un cable de Cu desnudo con una sección de 35 mm^2 será en la sección que une las dos mallas de puesta a tierra (subestación y planta) con un tiempo de falla de 1 segundo . Este valor de corriente puede verse en la sección de distribución de corriente del anexo de cálculos.

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

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

Donde:

- Factor de capacidad térmica del conductor: $TCAP = 3,422 \text{ J/cm}^3/\text{°C}$
- Coeficiente de resistividad: $\alpha_r = 0,00381 \text{ °C}^{-1}$

	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

- 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: $T_m = 1083 \text{ }^\circ\text{C}$ (250 $^\circ\text{C}$ según IEEE)
- Temperatura ambiente: $T_a = 39,6 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tiempo de duración del cortocircuito: $t = 1 \text{ sg}$
- Corriente de falla a tierra: $I_{\text{def}} = 0,26 \text{ kA}$

Las secciones utilizadas de 35 y 50 mm² 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>synergia Energy Solutions</p>	<p>ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2025</p>	<p>MEMORIA</p>

9 PLANO DE PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA.

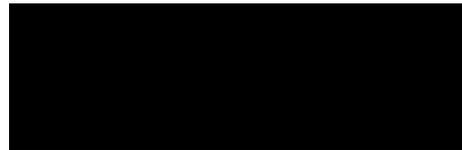
Con este Anexo se adjunta revisión del plano nº 10 del proyecto. Red de tierras y detalles.

	ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA” DE 5 MW DE POTENCIA T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)
Marzo 2025	MEMORIA

10 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

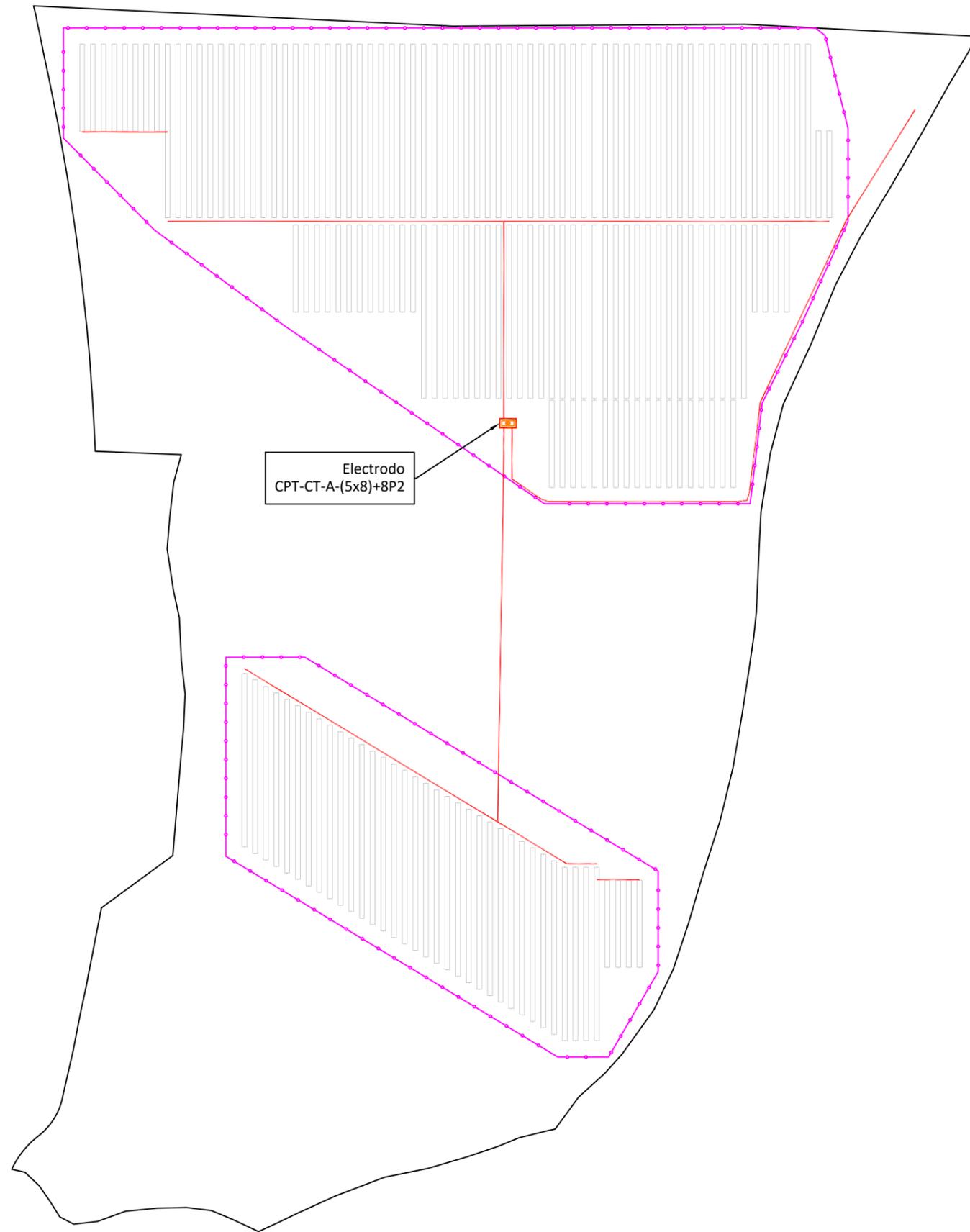


ANEXO AL PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA “MORALEJA”
DE 5 MW DE POTENCIA
T.M. MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)

Marzo 2025

PLANOS

PLANO NÚMERO	DENOMINACIÓN	Nº PLANOS
10	Red de Tierras y Detalles.	3



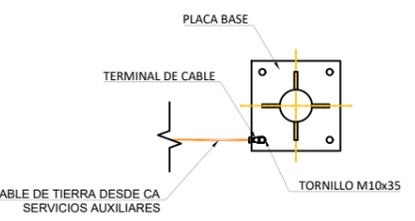
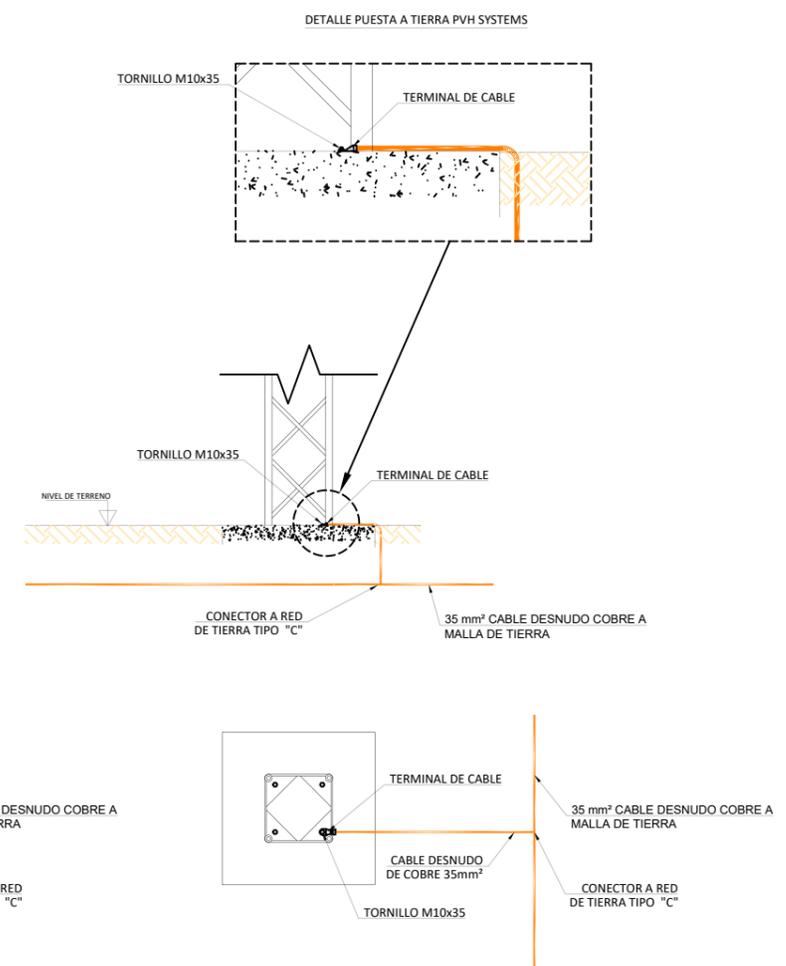
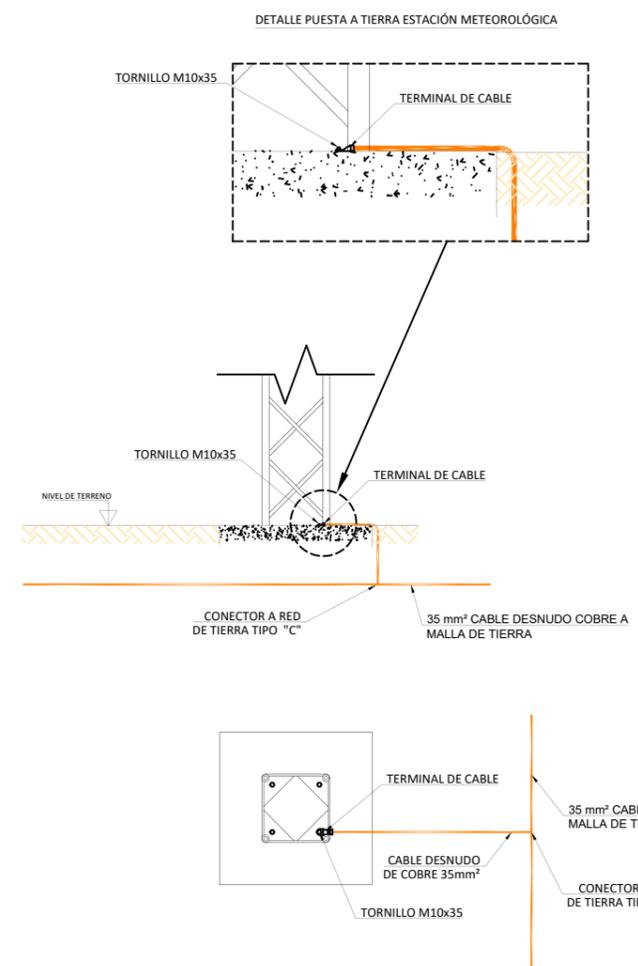
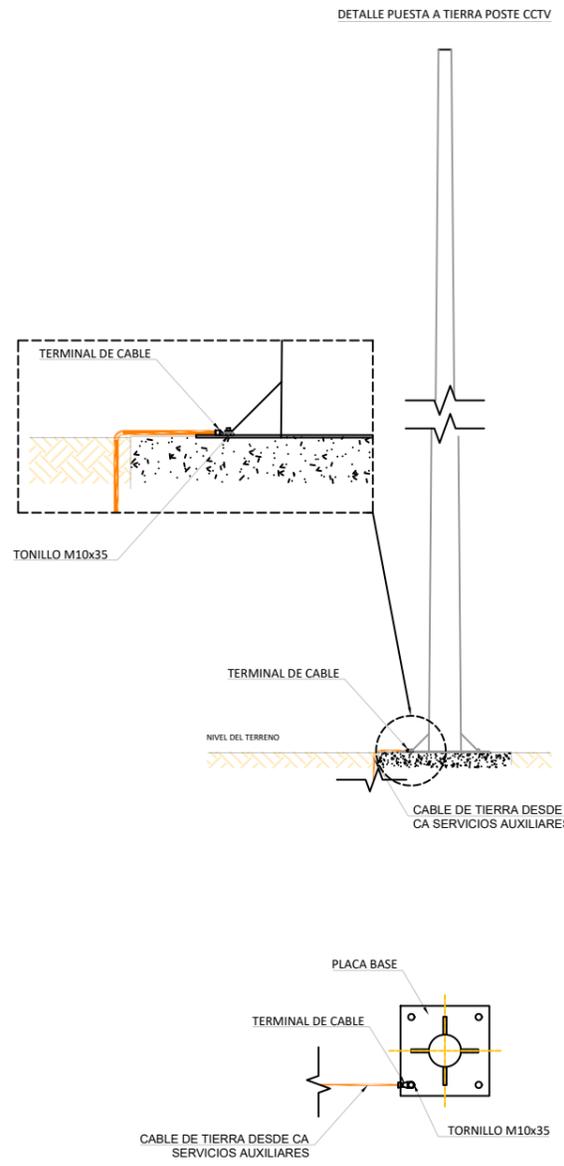
LEYENDA	
	Vallado perimetral.
	Red de tierras

	00	Marzo 2025			
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado

A3

ESCALA 1/2.500

DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV MORALEJA.	
TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS.	
PLANTA FOTOVOLTAICA MORALEJA. T.M.: MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)	Nº: 1 DE 3 PLANO N. 10



	<p>A3 ESCALA 1/50</p>					<p>DENOMINACION: PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FV MORALEJA.</p>	
	<p>00 Marzo 2025</p>					<p>TÍTULO DEL PLANO: RED DE TIERRAS. DETALLES.</p>	
	<p>Rev.</p>	<p>Fecha</p>	<p>Proyectado</p>	<p>Dibujado</p>	<p>Comprobado</p>	<p>Aprobado</p>	<p>PLANTA FOTOVOLTAICA MORALEJA. T.M.: MORALEJA DE ENMEDIO (MADRID)</p>