PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

BETULA ZARATAN

TITULAR

BETULA POWER SL

EMPLAZAMIENTO

Parcelas 10, Polígono 5

T. M. Simancas (Valladolid)

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CONTROL DE REVISIONES		
REV. NUM.	FECHA	CAUSA DE REVISIÓN
00	07/07/2025	Documento inicial

	NOMBRE	FECHA
ELABORADO REV. 01	A.R.	07/07/2025
REVISADO POR	A.S.	07/07/2025
APROBADO POR	F.L.	07/07/2025

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021029

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA TÉCNICA 1
DOCUMENTO Nº2: ANEXOS 62
DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES 138
DOCUMENTO Nº4: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 228
DOCUMENTO Nº5: MEDICIONES Y PRESUPUESTO 315
DOCUMENTO Nº6: RBDA 321
DOCUMENTO Nº7: PLANOS 322

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Firmado por LUNA HEREDIA FRANCISCO JOSE - ***5385** el día 16/07/2025 con un certificado emitido por AC FNMT Usuarios

Madrid, Julio de 2025

Ingeniero Industrial

Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA TÉCNICA

CONTENIDO

1 ANTECEDENES 4
2 OBJETO 5
3 REGLAMENTACIÓN APLICABLE 6
4 TITULAR - PROMOTOR 20
5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 21
6 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 22
7 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS 22
8 ACCESOS 24
9 Pantalla vegetal 25
10 SERVICIOS AFECTADOS POR LA PLANTA 26
10.1 Afección Caminos y Linderos 26
10.2 Afección Arroyos (C. H. Duero) 27
10.3 Afección Líneas Eléctricas (i-DE) 29
10.4 Afección Gasoducto (Enagás) 29
10.5 Afección Camino de Santiago 30
11 POTENCIA INSTALADA 31
12 EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA 31
13 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 32
13.1 Módulos fotovoltaicos 32
13.2 Inversor 33
13.3 Seguidores solares 35
13.4 Instalación de baja tensión DC 40
13.5 Instalación de media tensión 40
13.6 Centro de Protección, Medida y Conexión (CPM) 41
14 PUESTA A TIERRA 52
14.1 Puesta a tierra del centro de Conexión, Protección y Medida 53
14.2 Puesta a tierra de los centros de transformación (SKID-MT) 53
14.3 Puesta a tierra del campo fotovoltaico 54
14.4 Puesta a tierra del vallado perimetral y del sistema de seguridad 54
15 SERVICIOS AUXILIARES 54
15.1 Monitorización 55
15.2 Estación meteorológica 55
15.3 Requerimientos sanitarios 55
15.4 Abastecimiento agua potable 55
15.5 Abastecimiento agua industrial 56

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRADA Colegiado nº 9021929

15.6 Sistema de seguridad perimetral 56
16 OBRA CIVIL 56
16.1 Viales 57
16.2 Canalizaciones 57
16.3 Cerramiento/Vallado 59
16.4 Zona de Acopio y Trabajos temporales 59
17 SERVICIOS SANITARIOS Y GESTIÓN DE RESIDUOS 59
18 CRONOGRAMA DEL PROYECTO 61
19 CONCLUSIÓN 61

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1 ANTECEDENES

En el marco del desarrollo de infraestructuras eléctricas necesarias para garantizar la distribución y suministro energético, **BETULA POWER S.L**., proyecta el diseño y la construcción de la **Planta Solar Fotovoltaica BETULA ZARATÁN** con una capacidad de acceso concedida de 5 MW, así como de toda la infraestructura de evacuación necesaria para transportar la energía generada desde el Centro de Protección y Medida Nenúfar Betula Zaratán hasta la SET Arroyo de la Encomienda, propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

La Planta Solar Fotovoltaica BETULA ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta el Centro de Protección y Medida Nenúfar Betula Zaratán, los cuales se ubican en los municipios de Simancas y Arroyo de la Encomienda (Valladolid), están siendo tramitadas ante el Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Valladolid bajo el número de expediente FV-2539.

El pasado 10 de noviembre de 2023 se publicó en el Boletín Oficial de Castilla y León la Resolución de 31 de octubre de 2023 de la Delegación Territorial de Valladolid por la que se hace público el Informe de Impacto Ambiental de la Planta Solar Fotovoltaica BETULA ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta el Centro de Protección y Medida Nenúfar Betula Zaratán.

Posteriormente, el **26 de junio de 2024** se publicó en el Boletín Oficial de la Provincia de Valladolid la Resolución del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Valladolid, dictada por delegación por la que ***se concede*** **Autorización Administrativa Previa de la Planta Solar Fotovoltaica BETULA ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta el Centro de Protección y Medida Nenúfar Betula Zaratán**.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00212
VISADO

2 OBJETO

El objeto del presente proyecto llevado a cabo por **BETULA POWER SL**, con **CIF B-02669406**, es establecer y justificar los datos constructivos que permitan la ejecución de la **Planta Solar Fotovoltaica BETULA ZARATAN** y así como exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la **Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública,** si ha lugar.

Según lo estable la Disposición final tercera del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, se define la Potencia Instalada como "la menor de entre las dos siguientes:

a) la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medidas en condiciones estándar según la norma UNE correspondiente.

8.310 módulos x 720 Wp/módulo = 5,983 MWp

b) la potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias de los inversores que configuran dicha instalación."

3 inversores x 1,910 MW = 5,730 MW

Por lo tanto, la Potencia Instalada corresponde a la suma de las potencias de los inversores que configuran la instalación, esto es, 5,730 MW. Por ello, en adelante, se referirá a la planta **BETULA ZARATAN de Potencia Instalada 5,730 MW.**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

3 REGLAMENTACIÓN APLICABLE

La legislación que rige la descripción y ejecución de las Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica es la que sigue:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria ITC BT-52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- IDAE, octubre de 2002, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- 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 661/2007 por el que se establece la metodología para la actuación y sistematización del régimen económico y jurídico de la actividad de producción de energía en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 187/2016 del Ministerio de Industria, Energía y Turismo sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red
- 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 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUA HEREDIA, Colegiado nº 002929

- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Normas UNE/IEC y recomendaciones UNESA.
- Recomendaciones del IEEE.
- Recomendaciones de la CIGRE.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.

Se adjuntan las normas indicadas en la **ITC-RAT 02**:

GENERALES

UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071-1:2006	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617-2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
UNE-EN 60617-3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0029929

AISLADORES Y PASATAPAS

UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60137:2011	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

APARAMENTA

UNE-EN 62271-1:2009	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271-1/A1:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 60439-5:2007	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
UNE-EN 61439-5:2011	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

SECCIONADORES

UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

INTERRUPTORES, CONTACTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

UNE-EN 60265-1:1999	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-1 CORR:2005	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).
UNE-EN 62271-103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-104:2010	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001	Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

UNE-EN 62271-106:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE

UNE-EN 62271-200:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
UNE-EN 62271-200:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-201:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-203:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
UNE-EN 62271-203:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324 ERRATUM:2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

UNE-EN 60076-1:1998	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A1:2001	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A12:2002	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).
UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2002	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3 ERRATUM:2006	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 60076-11:2005	Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-(21929) en EBB12
FRANCISCO JOSE LUNA MEREDA, Colegiado nº

UNE-EN 50464-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21428-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21428-1-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.
UNE 21428-1-2:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN 50464-2-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
UNE-EN 50464-2-2:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-2-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
UNE-EN 50541-1:2012	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 21538-1:2013	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21538-3:1997	Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

CENTROS DE TRANSFORMADORES PREFABRICADOS

UNE-EN 62271-202:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE EN 50532:2011	Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).

TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar este documento en FVIC124988-E6B2
FRANCISCO JOSE LUNA HERRADA, Colegiado nº 922929
VISADO

UNE-EN 50482:2009	Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
UNE-EN 60044-1:2000	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
UNE-EN 61869-1:2010	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869-2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-5:2005	Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-5:2012	Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
UNE-EN 60044-2:1999	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-3:2004	Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

PARARRAYOS

UNE-EN 60099-1:1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN

UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES

UNE 211605:2013	Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

UNE 211002:2012	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
UNE 21027-9:2007/1C:2009	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio.
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos alta tensión en corriente alterna.
UNE 211620:2012	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

La normativa siguiente corresponde a Instalaciones de Alta Tensión (**ITC-LAT-02**):

GENERALES

UNE 20324: 1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1 M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324:2004 ERRATUM	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 21308-1:1994	Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1: 1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 60060-2: 1997	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-2/A11: 1999	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-3 CORR :2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60071-1:2006	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60270:2002	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60865-1: 1997	Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

UNE-EN 60909-0:2002	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte O: Cálculo de corrientes.
UNE-EN 60909-3:2004 (	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra

CABLES Y CONDUCTORES

UNE 21144-1-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-1/2M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/2M:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA.Colegiado nº 002192

UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 207015:2005	Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas
UNE 211003-1:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV (Um= U kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).
UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211003-3:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211004:2003	Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170kV) hasta 500 kV (Um=550 kV). Requisitos y métodos de ensayo.
UNE 211004/1 M:2007	Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170kV) hasta 500 kV (Um=550 kV). Requisitos y métodos de ensayo.
UNE 211435:2007	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.
UNE-EN 50182:2002	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50182 CORR.:2005	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50183:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio-silicio.
UNE-EN 50189:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
UNE-EN 50397-1:2007	Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60228 CORR.:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60794-4:2006	Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia
UNE-EN 61232:1996	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-EN 61232/A11 :2001	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-HD 620-5-E-1:2007	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV Parte 5: Cables

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 000929

	unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 Y 5E-5).
UNE-HD 620-5-E-2:1996	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 5E-3).
UNE-HD 620-7-E-1 :2007	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4y 7E-5).
UNE-HD 620-7-E-2:1996	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 7E-2).
UNE-HD 620-9-E:2007	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 Y 9E-5).
UNE-HD 632-3A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A).
UNE-HD 632-5A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 5: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A).
UNE-HD 632-6A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 009924

	aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A).
UNE-HD 632-8A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 8: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 8A).
PNE 211632-4A	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um =42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 Y 3).
PNE 211632-6A	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um =42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 Y 3).

ACCESORIOS PARA CABLES

UNE 21021:1983	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,S kV.
UNE-EN 61442:2005	Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um =7,2 kV) a36 kV (Um =42 kV)
UNE-EN 61854:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.
UNE-EN 61897:2000	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo "Stockbridge'.
UNE-EN 61238-1 :2006	Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV (Um=42 kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.
UNE-HD 629-1: 1998	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
UNE-HD 629-1/A1:2002	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

APOYOS Y HERRAJES

UNE 21004:1953	Crucetas de madera para líneas eléctricas.
UNE 21092:1973	Ensayo de flexión estática de postes de madera.
UNE 21094:1983	Impregnación con creosota a presión de los postes de madera de pino. Sistema Rüping.
UNE 21097:1972	Preservación de los postes de madera. Condiciones de la creosota.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 000929

UNE 21151:1986	Preservación de postes de madera. Condiciones de las sales preservantes más usuales.
UNE 21152:1986	Impregnación con sales a presión de los postes de madera de pino. Sistema por vacío y presión.
UNE 37507: 1988	Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.
UNE 207009:2002	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
UNE 207016:2007	Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.
UNE 207017:2005	Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE 207018:2006	Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE-EN 12465:2002	Postes de madera para líneas aéreas. Requisitos de durabilidad.
UNE-EN 60652:2004	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero.
UNE-EN ISO 1461:1999	Especificaciones y métodos de ensayo.

APARAMENTA

UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.
UNE-EN 60265-1: 1999	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-1 CORR:2005	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-2:1994	Interruptores de alta tensión. Parte 2: interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV
UNE-EN 60265-2/A1: 1997	Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-2/A2:1999	Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60282-1:2007	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
UNE-EN 62271-100:2003	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
UNE-EN 62271-100/A1:2004	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
UNE-EN 62271-100/A2:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00992

AISLADORES

UNE 21009:1989	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores
UNE 21128:1980	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE 21128/1M:2000	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE 21909:1995	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE 21909/1M:1998	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE 207002:1999 IN	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas.
UNE-EN 60305:1998	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
UNE-EN 60372:2004	Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.
UNE-EN 60383-1:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60383-1/A11:2000	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60383-2:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60433:1999	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

	Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón
UNE-EN 61211:2005	Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.
UNE-EN 61325:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61466-1:1998	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
UNE-EN 61466-2:1999	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 61466-2/A1:2003	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.
UNE-EN 62217:2007	Aisladores poliméricos para uso interior y exterior con una tensión nominal superior a 1000V. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

PARARRAYOS

UNE 21087-3:1995	Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.
UNE-EN 60099-1: 1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4/A1:2007	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-5:2000	Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.
UNE-EN 60099-5/A1:2001	Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.
UNE 21087-3:1995	Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00219225

4 TITULAR - PROMOTOR

El Titular y a la vez Promotor de la instalación objecto del presente proyecto de detalla a continuación:

- Titular: BETULA POWER SL
- CIF: B-02669406

A efectos de notificaciones se tienen los siguientes datos:

- Dirección: notificaciones@ricenergy.es
- Persona de contacto: Alejandra Álvarez Mingo
- Teléfono: 910 88 63 20

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Como se ha descrito anteriormente, la empresa BETULA POWER SL llevará a cabo la ejecución de una "Planta solar fotovoltaica", con una **potencia de inversores de 5,730 MW** y una **capacidad de acceso concedida de 5 MW**, con una vida útil estimada de 35 años.

La Planta Solar Fotovoltaica BETULA ZARATÁN, constituida por una instalación generadora, evacúa su energía a través de un centro de transformación de intemperie, denominado SKID MV, y un Centro de Conexión, Protección y Medida (CPM). Se construirá una línea subterránea de media tensión, que unirá el centro de transformación con el CPM y una línea eléctrica subterránea de media tensión que unirá el CPM con la SET Arroyo de la Encomienda, estando esta última infraestructura fuera del alcance del proyecto actual (objeto de otro proyecto).

La instalación cuenta con inversores que convierten la corriente continua generada por los campos de paneles fotovoltaicos en corriente alterna senoidal de 50Hz. Estos inversores son de la **marca Power Electronics**. **La planta cuente con 3 inversores del modelo HEMK FS1910K cada uno de ellos tiene una potencia de 1.910 kVA a 40° C**. Después se elevará la tensión, mediante transformadores de media tensión, a 13,2 kV para conectar con la red de Distribución Eléctrica de la zona propiedad de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU, en la Subestación Arroyo de la Encomienda.

El inversor, junto al transformador más las celdas de media tensión, formarán el conjunto denominado SKID MV (SKID de media tensión).

Los inversores se alimentan por campos de módulos fotovoltaicos, siendo estos del **modelo TSM-NEG21C.20 - 720Wp, del fabricante Trina Solar**

La Planta cuenta con un total de **8.310 módulos**, dando una **potencia de módulos total de 5.983.000. Wp o 5,983 MWp**.

Los paneles solares irán montados sobre estructuras solares móviles denominadas SEGUIDORES, concretamente serán seguidores solares de un eje, con la configuración de 2 paneles en vertical.

La planta solar también consta de otros sistemas auxiliares:

- Sistema de Seguridad por cámaras de infrarrojos.
- Sistema de monitorización
- Elementos de protección: de continua, alterna, servicios auxiliares.

Las dotaciones de la planta quedarán resueltas de la siguiente manera.

- Red Eléctrica: El suministro eléctrico para los servicios auxiliares durante las horas no productivas de la planta solar se realizará a través de la compañía eléctrica de la zona. Mientras que en las horas productivas de la planta esta se autoabastecerá.
- Red de Suministro de agua: no necesita conexión a la red de aguas, no consume agua para su funcionamiento.
- Red de Saneamiento: no necesita conexión con la Red de Saneamiento pues no produce aguas residuales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021922
VISADO

6 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la instalación objeto, es el siguiente:

Tabla 1: Datos emplazamiento

Término Municipal	Simancas
Provincia	Valladolid
Referencia Catastral	47162A00500010
Coordenadas centro de Planta Solar	347.257,02 m E; 4.607.924,49 m N (HUSO 30)

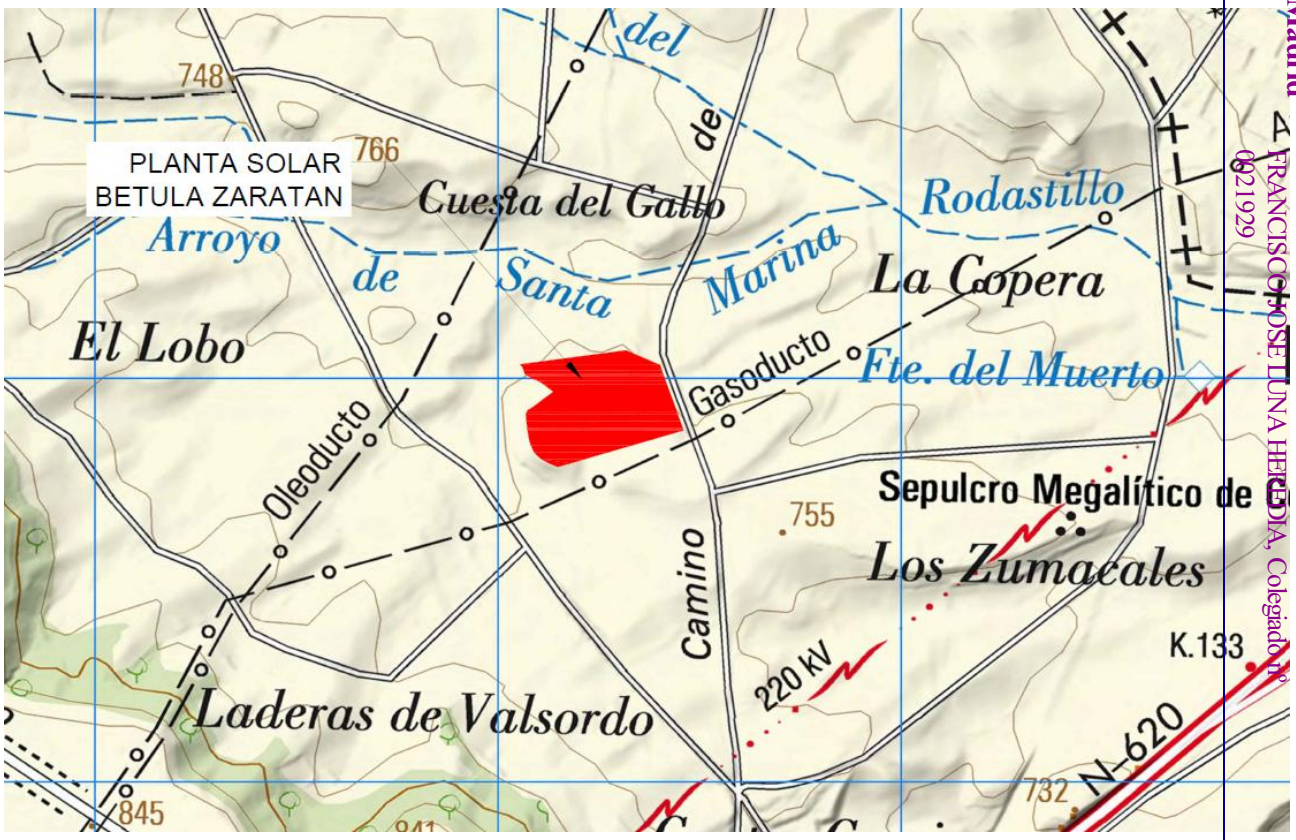


Ilustración 1: Localización del emplazamiento PSFV Betula Zaratan

7 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

Se adjunta la relación de parcelas afectadas por la realización de este proyecto de energía solar fotovoltaica, así como las superficies de cada una de ellas.

Tabla 2: Relación de parcelas afectadas

TÉRMINO MUNICIPAL	REFERENCIAS CATASTRALES	POLÍGONO	PARCELA	SUPERFICIE (Ha)	ÁREA VALLADA (Ha)
Simancas	47162A00500010	5	10	15,230	8,724
			TOTAL	15,230 Ha	8,724 Ha

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en https://sede.electronica.madrid.org/cvds
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 021929
VISADO

La planta cuenta con un vallado perimetral que la delimita e impide el acceso ajeno a personal autorizado. Las coordenadas del vallado son las siguiente:

Tabla 3: Coordenadas Vallado PSFV Betula Zaratan

COORDENADAS VALLADO ETRS89 - UTM30		
Vértice	**X**	**Y**
1	347425.59	4607966.39
2	347459.78	4607870.98
3	347148.03	4607780.21
4	347099.01	4607807.04
5	347081.63	4607834.12
6	347069.4	4607911.2
7	347138.24	4607966.54
8	347066.76	4608011.25
9	347055.87	4608034.26
10	347317.61	4608068.78
11	347401.24	4608032.71
12	347419.13	4607983.72



Ilustración 2: Vallado PSFV Betula Nenufar con puntos de coordenadas

Se describe ahora la superficie ocupada por los equipos, resultando un porcentaje de **ocupación del interior del vallado del 31,7%**.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Tabla 4: Superficie ocupada por los equipos

Equipo	Cantidad	Superficie Unitaria (m^2)	Superficie Total (Ha)
Seguidores 3 series	59	297	1,752
Seguidores 2 series	50	202	1,010
Centro de inversores	3	17	0,005
CPM	1	17,45	0,002
		TOTAL	2,769

8 ACCESOS

El acceso a la planta fotovoltaica se realizará desde el Camino de Villanubla, del Término Municipal de Simancas.

Para llegar al Camino de Villanubla, se tomarán cualquiera de las salidas de la A-62 situadas entre los P.K. 134 y 136 (en cualquiera de los sentidos) en dirección a Camino de Geria (sin información catastral). Se tomará la dirección noreste, hasta llegar al Camino de Coronilla (sin información catastral). Se continuará por el camino de Coronilla aproximadamente 250 m, hasta llegar a un cruce, donde se tomará la dirección del Camino de Villanubla. A partir de este cruce se discurrirá aproximadamente 1,7 km (sentido norte) hasta llegar al punto de acceso del vallado de Planta Solar Fotovoltaica Betula Zaratan.

Tras estudio y visita realizada al recorrido planteado para el acceso a la Planta Betula Zaratan, de momento no se estima necesario ningún acondicionamiento previo de los caminos y carretera, para el acceso del tráfico demandado por la obra de construcción de la Planta Solar Fotovoltaica. Únicamente se prevé el acondicionamiento del punto de acceso al vallado de la planta, desde el Camino de Villanubla y así permitir acceder convenientemente a la parcela con el tráfico generado en la construcción y en la fase de operación y mantenimiento.

Sin embargo, previo al inicio de las obras y en el caso que se estime conveniente cualquier intervención en los viales de acceso a la planta solar fotovoltaica, se comunicará y solicitará a los organismos afectados los permisos correspondientes.

Tabla 5: Accesos a la planta

Nombre	Datos catastrales		
	Ref. Catastral	**Polígono**	**Parcela**
Autovia A-62 (Carretera Burgos-Salamanca)	47162A01009004	10	9004
Camino de Geria	sin/inf	sin/inf	sin/inf
Autovia A-62 (Carretera Burgos-Salamanca)	47162A01109004	11	9004
Camino de Coronilla	sin/inf	sin/inf	sin/inf
Camino de Villanubla	47162A00409002	4	9002

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUJAN HERRADIA, Colegiado nº 10229-12

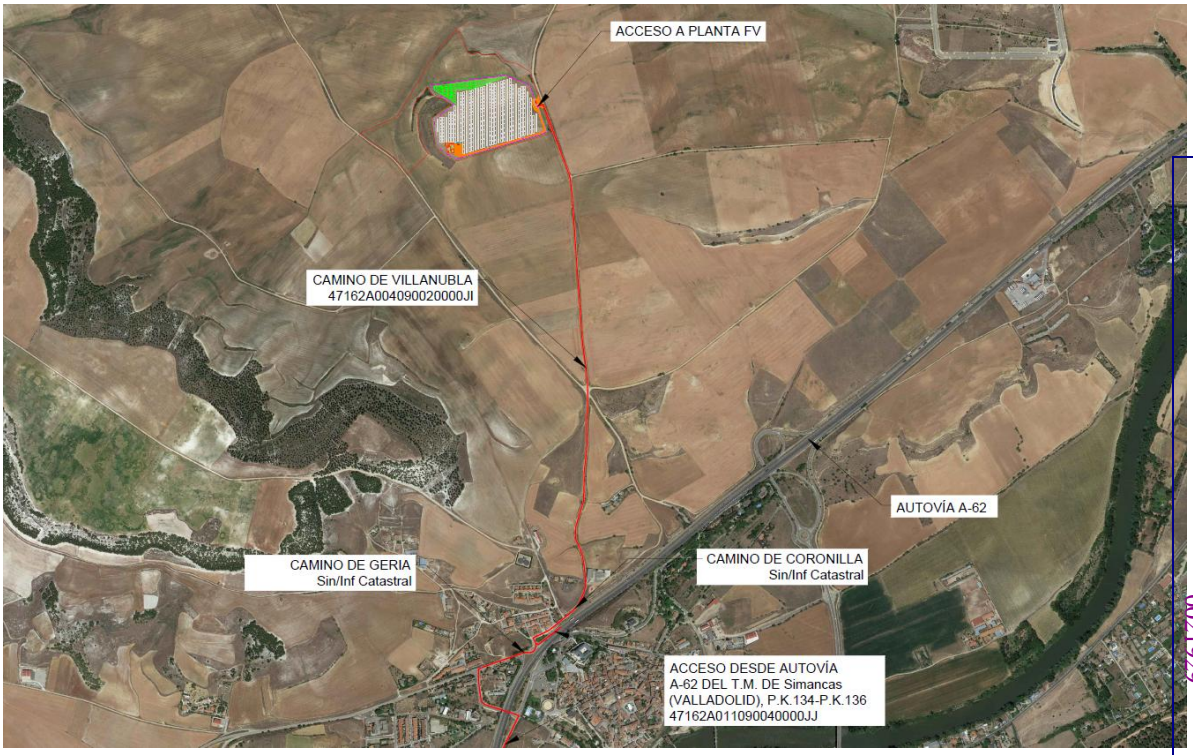


Ilustración 3: Acceso PSFV Betula Zaratan

9 PANTALLA VEGETAL

En el lado exterior del vallado, se implantará una pantalla vegetal perimetral en torno del vallado de la planta fotovoltaica acorde al condicionado del Informe de impacto ambiental de cara a mitigar el potencial impacto visual generado por las instalaciones.

Se respeta una distancia de 10 metros entre la pantalla vegetal y la linde de caminos, como mínimo se respeta 2,5 metros entre la pantalla vegetal y parcelas colindantes y excepcionalmente en una zona ubicada a noreste del vallado de la planta, debido a su colindancia con una área arbolada, la pantalla vegetal se ha implantado con una distancia de 5 metros a dicha zona. Con esta medida, se deja una franja libre de vegetación entre ambas, posibilitándose la libre circulación de vehículos de prevención de incendios, si fuera necesario.

En el interior de la planta y colindante al vallado y “pantalla vegetal”, se ha considerado una franja perimetral libre de cualquier vegetación y/o obstáculo, con un ancho de 6 metros, entre el vallado y la instalación. Esta medida posibilitará la libre circulación de vehículos de prevención de incendios, si fuera necesario, y minimizará una posible propagación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 0021929.
VISADO

10 SERVICIOS AFECTADOS POR LA PLANTA

En las proximidades de la Planta Solar se han identificado los siguientes organismos afectados por la construcción:

Tabla 6: Organismos afectados

AFECCIÓN	Distancia mínima por respetar	ORGANISMO AFECTADO
Paralelismo con Línea Aérea (tensión ≤ 45 kV)	15 m	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
Paralelismo con Arroyo de Pajares	DPH+Vegetacion+5 m Mínimo 15 m a instalaciones	Confederación Hidrográfica del Duero
Paralelismo con Gasoducto Aranda de Duero-Zamora y cruce por acceso	15 m	Enagás S.A.
Nueva planta solar en el entorno de la PSFV Betula Zaratan	-	Excelentísimo Ayuntamiento de Simancas
Paralelismo con Camino de Santiago	150 m	Servicio Territorial de Cultura, Turismo y Deporte de Valladolid
PGOU Simancas (Accesos e Implantación PSFV Betula Zaratan)	-	Excelentísimo Ayuntamiento de Simancas
PGOU Arroyo de la Encomienda (Entorno al termino municipal)	-	Excelentísimo Ayuntamiento de Arroyo de la Encomienda

Se realizarán las correspondientes Separatas al Proyecto para los organismos afectados que corresponda.

10.1 Afección Caminos y Linderos

Según el Articulo 106.7 Condiciones de cerramiento y vallado del plan general de ordenación Urbana de Simancas. En el apartado b) Para el resto de los cerramientos y vallados (opacos de menos de 1,5 metros, transparentes, vegetales, etc) no se contemplan otros límites que el de separarse 3 metros del borde exterior de los caminos cuando estos estuvieran bien definidos, o 4 metros desde sus ejes cuando no lo estén. En este proyecto se deja para el vallado un margen de 7.5 metros a todos los linderos, con la excepción de la zona noroeste del vallado colindante con el arbolado existente, distancia que ha ampliado a 10 metros para poder dar cumplimiento al condicionado del Informe de Impacto Ambiental, publicado en BOCYL, donde en su apartado 1.1 c) Protección de Vegetación, indica *"deberá establecerse a una distancia de al menos 5 metros de la zona arbolada, de manera que entre ambos, arbolado y vallado de planta fotovoltaica, siempre exista una franja libre de vegetación arbórea y/o arbustiva con continuidad horizontal que permita el tránsito de vehículos de prevención contra incendios forestales si fuese necesario*" Al existir una pantalla vegetal perimetral al vallado de 5 metros de ancho, se ha retranqueado el vallado 10m, para que entre la pantalla vegetal y la vegetación existente hubiera al menos una separación de 5 metros.

Para la distancia desde camino a seguidores nos basamos en la ORDEN FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico, dónde se define en su artículo "Artículo 4.– Condiciones generales de instalación, c) A los solos efectos urbanísticos en este

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

tipo de instalaciones, la distancia mínima a las parcelas colindantes será de 10 metros, y a los límites del dominio público de caminos, cauces hidráulicos o de otro tipo que carezcan de zonas de protección superior, será de 15 metros"

Dichas distancias se consideran en la implantación realizada, tal y como se puede consultar el plano PV0066IPF13F003GRa0-Afecciones, del Documento Planos.

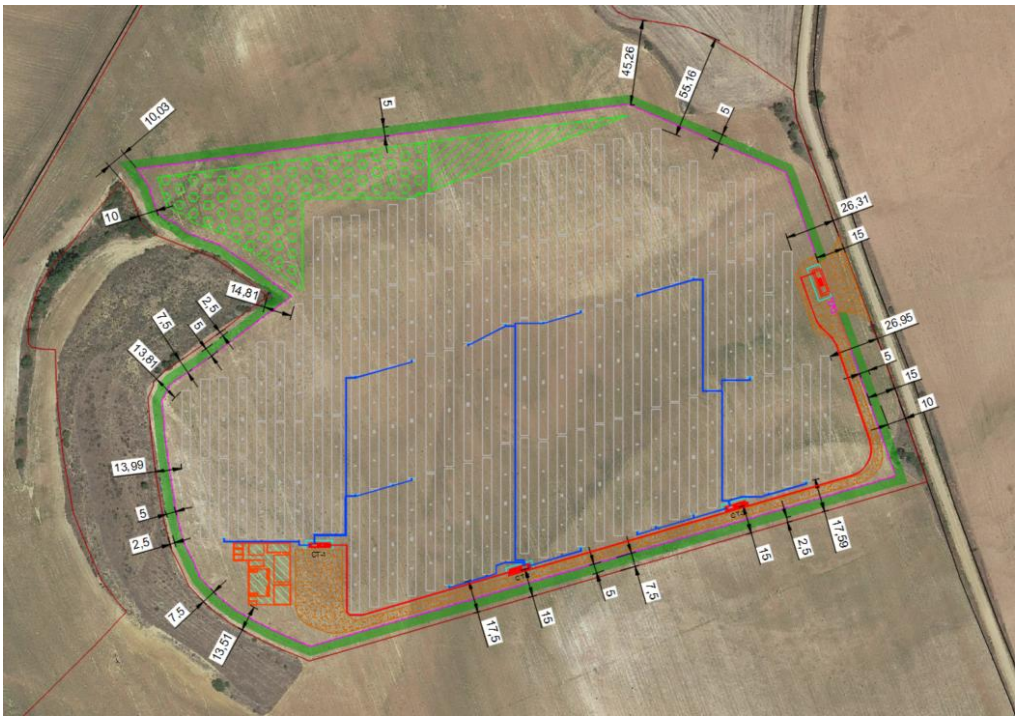


Ilustración 4: Afecciones Camino y Linderos PSFV Betula Zaratan

10.2 Afección Arroyos (C. H. Duero)

En el entorno de los terrenos donde se ubica la planta fotovoltaica existen varios arroyos no permanentes que desembocan en el río Pisuerga, cuya gestión es dependiente de la Confederación Hidrográfica del Duero.

Los arroyos que se han identificado, cercanos a la planta, son los siguientes:

Arroyo de Parajes, afluente del Arroyo de Santa Marina

La afección principal sobre estos arroyos es la de paralelismo con el vallado de la planta FV, ubicándose el mismo fuera de la zona de DPH, vegetación envolvente y Zona de Servidumbre de dichos arroyos, pero si se afecta la Zona de Policía del Arroyo de Pajares (100 m) adentrándose con el vallado noroeste y zona de Barbecho ubicada en el interior de la planta. Estando el punto más cerca del cauce a aproximadamente 38 metros de distancia a la zona de DPH.

No se producen cruces con canalizaciones eléctricas enterradas. Las distancias mantenidas, así como coordenadas o detalles del vallado y canalizaciones se pueden consultar el Documento Planos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

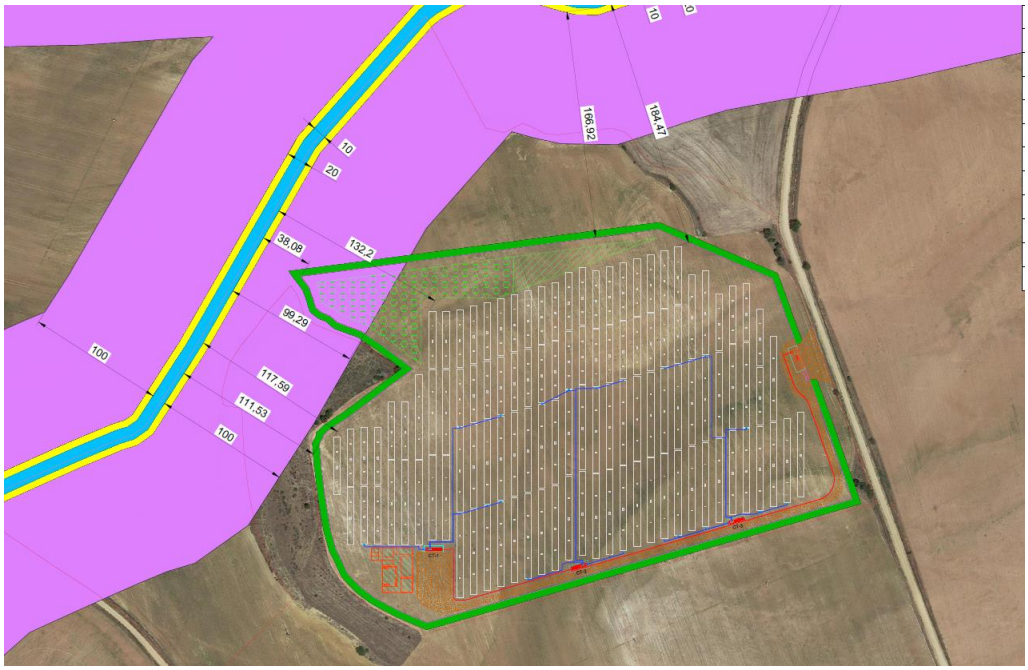


Ilustración 5: Afección por arroyos PSFV Betula Zaratan

Se respetará, en cualquier caso, como mínimo 15 metros a los límites al dominio público hidráulico de dichos cauces para dar cumplimiento a la ORDEN FOM/1079/2006, o una distancia superior en el caso de que la Zona de DPH, vegetación envolvente del cauce y 5 metros de servidumbre medido, supere dicha distancia. Con esto se dará cumplimiento al texto refundido de la Ley de aguas en su artículo 6 y al Reglamento de Dominio Público Hidráulico.

En el caso que se hubiera necesidad de producirse cualquier cruce con dichos causes (que no se estima previsible de momento), se considerarán todas las soluciones constructivas definidas por el Organismo de Cuenca, así como el cumplimiento a la normativa sectorial aplicable.

En todas las actuaciones a realizar se respetarán las servidumbres legales y, en particular, la servidumbre de uso público de 5 m en cada margen establecida en los artículos 6 y 7 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, en su redacción dada por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero. A es te respecto, se dejará completamente libre de cualquier obra que se vaya a realizar dicha zona de servidumbre.

Para la protección del cursos de agua superficial o subterránea, cualquier acopio de materiales se ubicará de manera que se impida cualquier riesgo de vertido, ya sea directo o indirecto, por escorrentía, erosión, infiltración u otros mecanismos sobre las aguas superficiales o subterráneas. Para la elección de la ubicación de las instalaciones auxiliares se ha evitado, en la medida de lo posible, la ocupación de terrenos situados sobre materiales de alta permeabilidad.

Las zonas donde se ubiquen las instalaciones auxiliares y parques de maquinaria deberán ser impermeabilizadas para evitar la contaminación del suelo y las aguas subterráneas. Las aguas procedentes de estas zonas deberán ser recogidas y gestionadas adecuadamente. Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar que no se produzcan vertidos al terreno o a los cursos de agua.

Aún con vistas a protección de las agua superficiales o subterráneas y evitar cualquier filtración del aceite aislante de los transformadores instalados en la planta, se dotarán todos ellos, de un sistema de recogida de aceite (foso/tanque) para evitar de esta forma cualquier contaminación del terreno y cursos de aguas del entornos, en el caso que pudiera ocurrir accidentalmente cualquier derrame.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

10.3 Afección Líneas Eléctricas (i-DE)

En los terrenos donde se encuentra la planta fotovoltaica se produce el paso de varias líneas eléctricas aéreas de diferentes tensiones. Todas ellas pertenecen a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

Se producirán paralelismos del vallado de la planta fotovoltaica y la estructura solar con estas líneas aéreas. No se produce ningún cruce con la infraestructura.

La información sobre distancias de separación mantenidas, así como detalles de vallado, estructura y canalizaciones se puede consultar en el Documento de Planos.

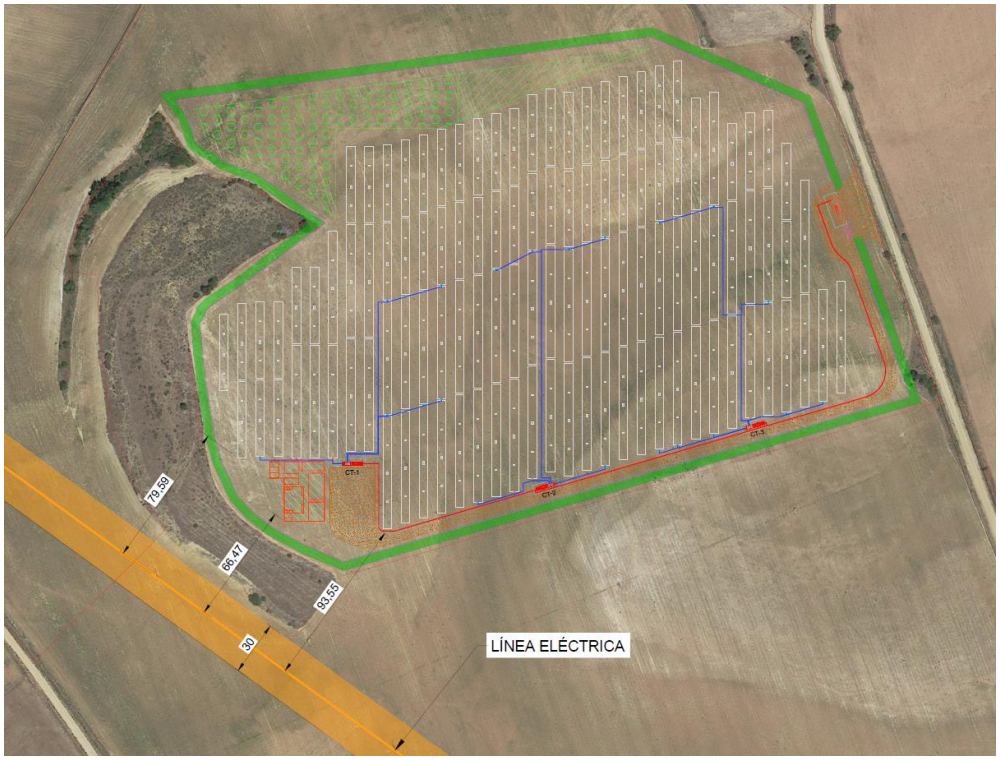


Ilustración 6: Afección por líneas eléctricas PSFV Betula Zaratan

Se han tenido en cuenta las siguientes distancias a la hora de realizar el diseño.

Tabla 7: Distancias a líneas eléctricas

Tensión	Vano	Distancia eje	Servidumbre total
≤ 45 kV	170m	15m	30m

10.4 Afección Gasoducto (Enagás)

En el entorno del terreno donde se encuentra la planta fotovoltaica se produce el paso de un Gasoducto Aranda de Duero-Zamora de la propiedad Enagás. Existirá únicamente paralelismo del vallado e infraestructuras de la planta solar fotovoltaica con dicho gasoducto, no se prevé ningún cruce entre las instalaciones eléctricas de la planta y el gasoducto.

Sin embargo, aunque no se estime necesario ningún acondicionamiento/intervención de los caminos públicos de acceso a la planta solar fotovoltaica, se informa que se cruzará el gasoducto Aranda de Duero-Zamora, con el tráfico generado por la construcción y operación & mantenimiento de la planta. Dicho cruce se producirá en el Camino de Villanubla en el punto de coordenadas: X: 347488,42; Y:4607847,82

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

En el Documento Planos, se puede consultar las distancias respetadas al gasoducto, punto de cruce del gasoducto con el tráfico de acceso, coordenadas o detalles del vallado y canalizaciones de la planta.



Ilustración 7: Afección por gasoducto PSFV Betula Zaratan

La Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos nos marca en su artículo 107 servidumbres y autorizaciones lo siguiente “Prohibición de realizar cualquier tipo de obras, construcción, edificación, o de efectuar acto alguno que pudiera dañar o perturbar el buen funcionamiento de las instalaciones, a una distancia inferior a diez metros (10 m) del eje del trazado, a uno y otro lado del mismo”. En este proyecto se respetarán como minimo15 metros a vallado.

10.5 Afección Camino de Santiago

Según la “Zonificación ambiental para energías renovables: Eólica y Fotovoltaica” del MITECO, 2021, se ha de respetar una servidumbre de 100 metros al camino de Santiago evitando la implantación dentro de este límite.

Se producirá únicamente el paralelismo del vallado de la planta solar fotovoltaica con el Camino de Santiago. No se prevé ningún cruce entre las instalaciones eléctricas de la planta y el Camino de Santiago.

Sin embargo, aunque no se estime necesario ningún acondicionamiento/intervención de los caminos públicos de acceso a la planta solar fotovoltaica, se informa que los caminos usados para el acceso a la planta solar fotovoltaica son parcialmente coincidentes con el Camino de Santiago. Dicha coincidencia, se produce en las siguientes vías de comunicación:

- Acceso en la Autovía A-62 entre el P.K 134 a P.K 136 (Ref. Catastral.:47162A011090040000JJ)
- Camino de Geria (sin inf.Catastral)
- Camino de Coronilla (sin inf.Catastral)
- y parte del acceso por el Camino de Villanubla (Ref. Catastral.:47162A004090020000JI)

Se estima que el tráfico de acceso a la Planta Solar Fotovoltaica Betula-Zaratan, desde la Salida de la Autovía -62 hasta el Camino de Villanubla, discurrirá aproximadamente 1900 m de longitud a lo largo del Camino Santiago.

En el Documento Planos se podrá consultar, las distancias mantenidas entre la planta y el Camino de Santiago, coordenadas y detalles del vallado, canalizaciones, además de la ruta de acceso a la planta solar.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LINA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

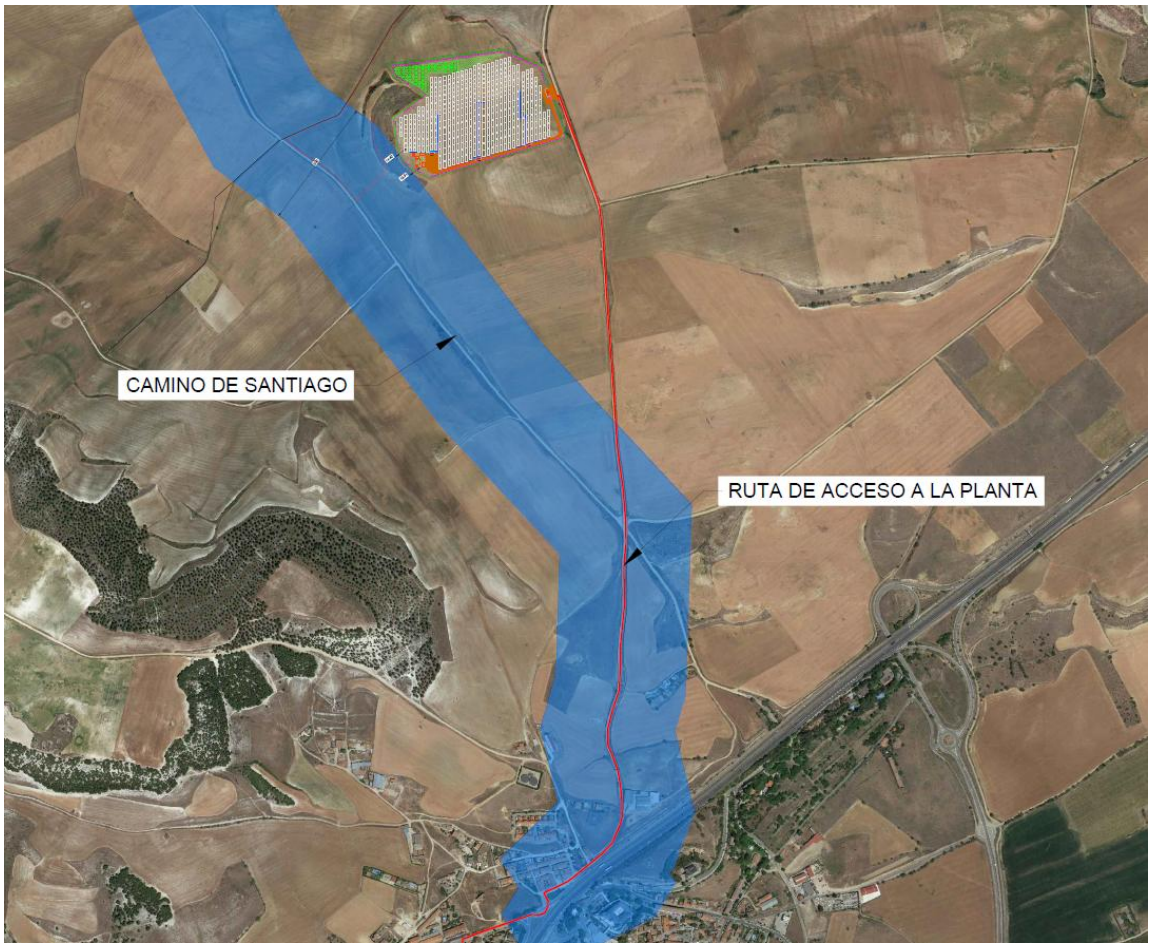


Ilustración 8: Afección por Camino de Santiago PSFV Betula Zaratan y Accesos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

11 POTENCIA INSTALADA

La **Potencia Instalada es de 5,730 MW**, correspondiente a la máxima potencia del inversor a 40ºC. Habrá además un sobredimensionamiento de potencia pico de paneles fotovoltaicos del 4,42 % respecto a la potencia de inversores en régimen de operación (5,730 MW), lo que nos da una **Potencia Pico de 5,983 MWp**.

12 EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA

La conexión a la red de Distribución se efectuará en el punto indicado por la compañía eléctrica, mediante un centro de seccionamiento y una línea subterránea de media tensión (esta última objecto de otro proyecto). El punto de conexión se realizará en la SET Arroyo de la Encomienda accediendo por una de las arquetas hasta una nueva posición de 13,2kV.

Tabla 8: Datos punto de conexión

Punto de entronque	SET Arroyo de la Encomienda
Potencia	5 MW
Nivel de Tensión	13,2 kV
Emplazamiento	CL CIBELES 14
Término Municipal	Arroyo de la Encomienda
Provincia	Valladolid
Coordenadas UTM	HUSO 30T 349.205 m E; 4.608.165 m N (Huso 30)

13 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Los componentes principales que componen la Instalación Solar Fotovoltaica son los siguientes:

Tabla 9: Componentes de la instalación

Número total de módulos	8.310 (277 series de 30 módulos)
Potencia pico de la instalación (Wp)	5.983.000
Potencia Inversores (W)	5.730.000
Tipo de módulos	TSM-NEG21C.20-720 Wp
Tipo de inversor	Power Electronics HEMK FS1910K
Tipo Estación de Potencia	Central (MV-SKID Compact)
Tipo de seguidor	Soltec, tipo 2 paneles en vertical. 59 seguidores de 3 strings y 50 seguidores de 2 strings. (Total: 109Ud.)
Oficinas auxiliares de obra (durante ejecución)	Ubicación. X:347.139 Y:4.607.804

13.1 Módulos fotovoltaicos

Los módulos Fotovoltaicos serán suministrados por **Trina Solar** El modelo elegido es **TSM-NEG21C.20 de 720 Wp**



Ilustración 9: Módulo fotovoltaico Trina Solar, TSM-NEG21C.20 de 720 Wp

Para las condiciones estándar de radiación 1000 W/m^2, temperatura de célula 25º C y espectro AM 1.5 tenemos las siguientes características:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Potencia pico (Wp)	720
Tensión a máxima potencia (V)	41,3
Intensidad a máxima potencia (A)	17,44
Tensión de circuito abierto (V)	49,4
Intensidad de cortocircuito (A)	18,49

Tabla 10: Características del módulo fotovoltaico

13.2 Inversor

El inversor es el encargado de transformar la corriente continua de los Módulos Fotovoltaicos en alterna y sincronizarse con la red eléctrica de la compañía suministradora.

El elegido para la instalación objeto será suministrado por **Power Electronics 0 similar.** El modelo será el **HEMK FS1910K** o similar.

Los inversores de Power Electronics proporcionan la solución ventilada por aire más fiable y potente del mercado gracias a su tecnología "outdoor" modular redundante.

Estos inversores de 1500Vdc ofrecen un amplio rango de voltaje MPPT y máxima eficiencia en diferentes voltajes de salida AC, permitiendo así cubrir todas las instalaciones fotovoltaicas comerciales, basándose en un diseño modular y redundante con las ventajas de los inversores strings y centrales, pero sin poseer sus inconvenientes.



Ilustración 10: Inversor Power Electronics HEMK FS1910K

De modo opcional esta generación de inversores puede integrar de forma externa o interna un módulo de seccionamiento y protección DC el cual se puede adaptar a las necesidades de cada instalación.

Personalizada a las necesidades del cliente, el inversor, es compatible con todos los perfiles LVRT, ajustes de tensión en función de la red (VRT), procedimientos de regulación de frecuencia (FRS), cortes de la frecuencia en los límites (NIF, FRT), protección anti -isla, reducción rápida y precisa de la potencia activa y reactiva, como también en el control de la velocidad de rampa, configurable en los intentos y en el tiempo de reconexión, ...

Tabla 11: Equipamiento de serie

Marca	Power Electronics
Serie	HEMK FS1910K
Potencia máxima	1.910 kVA a 40° C
Rango de tensión de salida a red	600 Vrms
THDi	<3% para cualquier condición de carga
Rango de frecuencia de red	50/60 Hz
Comunicaciones	RS485/PLC
Puertos de comunicación	2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en la dirección https://sede.colegioingenieros.es/ejercicio/validacion/ FRANCISCO JOSE LINA HERRERA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Entrada cables	Parte inferior
Salida cables	Parte inferior

TECHNICAL CHARACTERISTICS **FREESUN HEMK 600V**

		FRAME 2	FRAME 3	FRAME 4
REFERENCES		**FS1910K**	**FS2865K**	**FS3820K**
AC	AC Output Power (kVA/kW) @40°C[1]	1910	2865	3820
	AC Output Power (kVA/kW) @50°C[1]	1775	2660	3545
	Max. AC Output Current (A) @40°C	1837	2756	3674
	Operating Grid Voltage (VAC)	600V ±10%		
	Operating Grid Frequency (Hz)	50/60Hz		
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519		
	Power Factor (cos phi)[2]	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive power injection at night		
DC	DC Voltage Range[3]	849V - 1500V		
	Maximum DC Voltage	1500V		
	Number of Inputs	Up to 20	Up to 30	Up to 40
	Max. DC Continuous Current (A)[4]	2295	3443	4590
	Max. DC Short Circuit Current (A)[4]	3470	5205	6940
	Number of Freemaq DC/DC[4]	Up to 4		
EFFICIENCY	Efficiency (Max) (η) (preliminary)	98.76%	98.78%	98.84%
	Euroeta (η) (preliminary)	98.37%	98.39%	98.56%
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft)	9.8 x 6.5 x 7.2		
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.0 x 2.0 x 2.2		
	Weight (lbs)	11465	11795	12125
	Weight (kg)	5200	5350	5500
	Type of Ventilation	Forced air cooling		
ENVIRONMENT	Degree of Protection	NEMA 3R / IP55		
	Operating Temperature Range[5]	From -25°C to +60°C, >50°C power derating		
	Operating Relative Humidity Range	From 4% to 100% non-condensing		
	Storage Temperature Range	From -15°C to +40°C		
	Max. Altitude (above sea level)	2000m / >2000m power derating (Max. 4000m)		
CONTROL INTERFACE	Communication Protocol	Modbus TCP		
	Power Plant Controller	Optional		
	Keyed ON/OFF Switch	Standard		
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	GFDI and isolation monitoring device		
	Humidity Control	Active heating		
	General AC Protection & Disconn.	Circuit breaker		
	General DC Protection & Disconn.	Fuses, DC switch-disconnectors		
	Overvoltage Protection	Type 2 protection for AC and DC		
CERTIFICATIONS & STANDARDS	Safety	UL 1741 / CSA 22.2 No.107.1-16 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2		
	Installation	NEC 2020 / IEC		
	Utility Interconnect	UL 1741 SA & SB / RULE 21 / RULE 14H / IEEE 1547.1 2020 / IEC 62116:2014		

Ilustración 11: Características del inversor Power Electronics HEMK FS1910K

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

13.2.1 SKID MT

El Skid de media tensión de Ingeteam o similar integra todos los componentes necesarios para el conexionado a la red de media tensión en un conjunto Skid outdoor compacto. Consta de transformador de MT, celdas integradas en envolvente metálica, todo totalmente preparado para ser conectado al inversor AC. El Skid de media tensión ofrece la solución más eficaz, versátil y rentable para el conexionado a la red de media tensión de los inversores fotovoltaicos.

El Skid de MT debido a su diseño compacto puede ser transportado fácilmente, minimizando los costes de logística para ser fácilmente instalado en planta. El Skid de MT se localiza de forma adyacente en la misma plataforma de hormigón que el inversor Outdoor. La huella global del sistema completo está optimizada ya que el Skid de MT complementa los beneficios de la envolvente del inversor outdoor en una instalación sencilla y compacta.

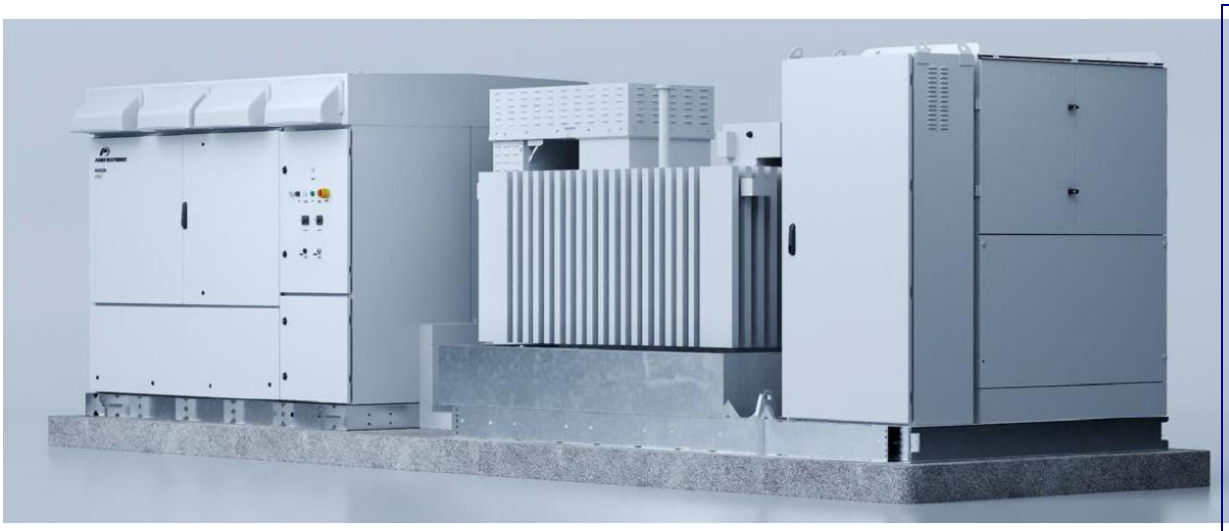


Ilustración 12: MV Skid Compact FS1910K de MT Power Electronics

La solución incluye puente de interconexión entre el inversor y el transformador el cual está incluido en el SKID de MT. Las celdas de control están alojadas en una envolvente de metal resistente a las condiciones meteorológicas más adversas en la cual se incluye cubículo adicional con ventilación opcional proporcionando de esta forma espacio de reserva para montar posibles equipos auxiliares tales como analizadores de red, contadores, SAI´s, transformadores de auxiliares, etc.

El transformador de media tensión outdoor incluye; depósito de aceite, filtro, relé de protección DGPT2 de sobrecalentamiento y sobrepresión y nivel de aceite. Como opcionales se pueden añadir los siguientes accesorios: vallado perimetral del transformador, caja de protección para puente de baja tensión, transformador para servicios auxiliares, protecciones auxiliares, analizadores de red, contadores, SAI, aire acondicionado y cualquier elemento que se pueda requerir.

El puente de interconexión del Skid de MT queda alineado con el inversor por medio de un soporte de posicionamiento. Este soporte facilita la localización exacta entre elementos para asegurar la correcta instalación de estos. instalación de estos.

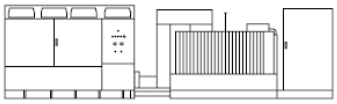
En cumplimiento con lo establecido en la ITC-BT 30 del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, referente a las instalaciones en locales mojados, todos estos equipos cumplen con los requisitos mínimos establecidos en la normativa para instalaciones en locales mojados, lo cual garantiza una protección adecuada contra el polvo y las proyecciones de agua en todas las direcciones.

La central SKID de MT se dotará de un sistema de recolección de aceite (tanque de retención), en el caso que se produzca cualquier derrame del aislamiento del transformador y así evitar cualquier tipo de derrame y/o filtración.

La envolvente se pintará, donde sea posible sin comprometer el rendimiento del equipo, de color **verde seco**, permitiendo así una mejor integración paisajística con el entorno.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929
VISADO

MV Skid Compact



RATINGS	Power range @ 40 °C	1910 kVA - 4390 kVA
	Power range @ 50 °C	1775 kVA - 4075 kVA
MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT	MV voltage range	6.6 kV / 11 kV / 13.2 kV / 13.8 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34.5 kV
	LV voltage range	600 V /615 V /630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Transformer cooling	ONAN / KNAN
	Transformer vector group	Dy11
	Transformer protection	Protection relay for pressure, temperature (two levels) and gassing
		Monitoring of dielectric level decrease
		PT100 optional
	Transformer index of protection	IP54
	Transformer losses	IEC standard or IEC Tier-2
	Oil retention tank	Galvanized steel. Integrated with hydrocarbon filter. Optional
	Switchgear configuration	Double feeder (2L)
	Switchgear protection	Circuit breaker (V)
	Switchgear short circuit rating [1]	16 kA 1 s (optionally 20 kA or 25 kA)
	Switchgear IAC [1]	A FLR 16 kA 1 s
CONNECTIONS	LV-MV connections	Close coupled solution (plug & play)
	LV protection	Motorized circuit breaker included in the inverter
	HV AC wiring	MV bridge between transformer and protection switchgear prewired
ENVIRONMENT	Ambient temperature range [2]	-25 °C... +50 °C (T > 50 °C power derating)
	Maximum altitude (above sea level) [1]	Up to 1000 m
	Relative humidity	4% to 95% non condensing
AUXILIARY SERVICES	User cabinet	Integrated in the inverter (by default). Optionally, LV cabinet in the skid
	UPS system [1]	1 kVA/1 kW (12 minutes). Optional
OTHER EQUIPMENT	Safety mechanism	Interlocking system
	Fire suppression system	Transformer oil tank retention accessory. Optional
STANDARDS	Compliance	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1

Ilustración 13: Características MV Skid Compact FS1910K de MT Power Electronics

13.3 Seguidores solares

Se ha elegido para la instalación presente un sistema de seguimiento solar en un eje de la empresa **Soltec**. La utilización del seguimiento solar, esto es, mover las superficies receptoras para maximizar la energía solar recibida a lo largo de un período de tiempo se debe al intento de disminuir el coste de la energía producida.

El sistema modular de filas autónomas permite la mayor eficiencia, así como la máxima adaptabilidad al terreno y la posibilidad de hacer instalaciones en pendiente de hasta un 17% en dirección Norte-Sur y pendiente ilimitada en dirección Este-Oeste. No tienen biela central, lo que posibilita la libre circulación a través del recorrido completo de las filas de seguidores solares y un mejor aprovechamiento del suelo disponible

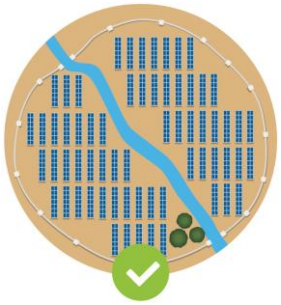


Ilustración 14: Ejemplo de adaptabilidad al terreno

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

A su vez estos seguidores tienen la posibilidad de realizar la cimentación sin hormigón:

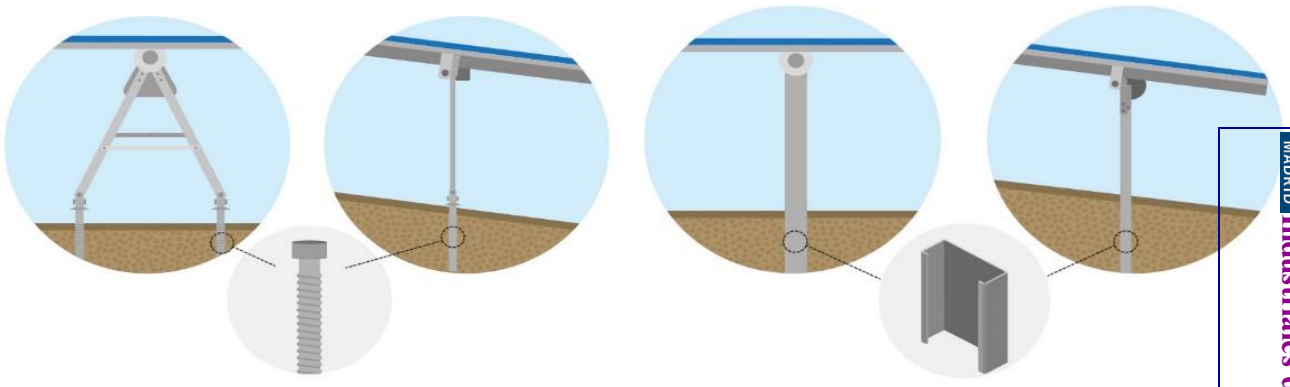


Ilustración 15: Tipos de cimentación posible

13.3.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL SEGUIDOR

Tenemos seguidores de 3 y 2 series. Los módulos están repartidos en dos filas, con las medidas siguientes:

- Ancho: 4,778 metros
- Largo: 61,95 metros para 3 series y 42,11 metros para 2 series (seguidor de mayor tamaño y menor tamaño)
- Altura máxima: 4,445 metros.
- Distancia entre estructuras: 10 metros

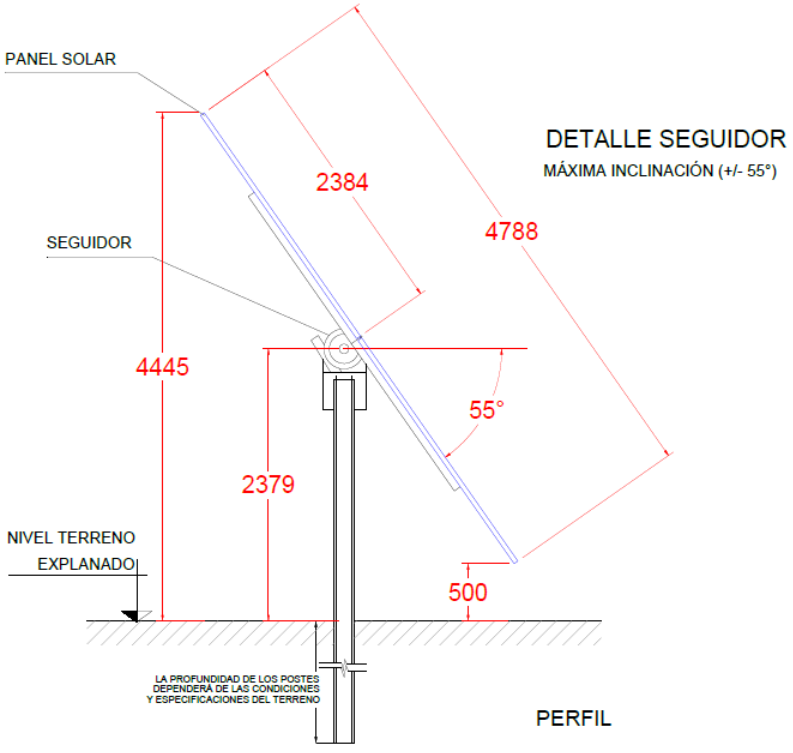


Ilustración 16: Detalle altura máxima de seguidor

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0029929
VISADO



Ilustración 17. Detalle planta seguidor

Disponen también de backtracking adaptativo, la funcionalidad de backtracking asimétrico en superficies inclinadas de los seguidores **de Soltec posibilita un incremento del rendimiento debido al seguimiento independiente de las filas** en función de la orientación del sol.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

TECHNICAL DATASHEET

SF7 Single-Axis Tracker

MAIN FEATURES

Tracking System	Horizontal Single-Axis with independent rows
Tracking Range	±55° Optional: ±60°
Drive System	Enclosed Slewing Drive, DC Motor
Power Supply	Dedicated Panel Optional: 120/240 Vac or 24 Vdc power-cable
Tracking Algorithm	Astronomical Algorithm with Asymmetric Backtracking
Communication	Full Wireless Optional: RS-485 Full Wired RS-485 cable not included in Soltec scope
Wind Resistance	Per Local Codes
Land Use Features	
Independent Rows	YES
Slope North-South	Up to 17%
Slope East-West	Configurable
Ground Coverage Ratio	Configurable. Typical range: 30-50%
Foundation	Driven Pile | Ground Screw | Concrete
Temperature Range	
Standard	- 4°F to +131°F | -20°C to +55°C
Extended	-40°F to +131°F | -40°C to +55°C
Availability	>99%
Modules	Standard: 72 / 78 cells | Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others)

MODULE CONFIGURATIONS Approximate Dimentions

	Length	Height	Width
2x28	29.2 m (95' 10")	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")
2x29	30.2 m (99' 1")		
2x30	31.4 m (103')		

	Length	Height	Width
2x42	43.6 m (143')	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")
2x43.5	45.6 m (149' 7")		
2x45	46.7 m (153' 3")		

SERVICES

Pull Test Plan	Commissioning Plan
Factory Support Plan	Operation & Maintenance Plan
Onsite Advisory Plan	Tracker Monitoring System Plan
Construction Plan	Solmate Customer Care

MAINTENANCE ADVANTAGES

- Self-lubricating Bearings
- Face to Face Cleaning Mode
- 2x Wider Aisles

WARRANTY*

Structure	10 years
Motor	5 years
Electronics	5 years

*extandable under quotation

SPAIN / Headquarters
Pol. Ind. La Serreta
Gabriel Campillo, s/n, 30500
Molina de Segura, Murcia, Spain
info@soltec.com
+34 968 603 153

MADRID
Núñez de Balboa 33, 1ºA
28001 Madrid
emea@soltec.com
+34 91 449 72 03

UNITED STATES
usa@soltec.com
+1 510 440 9200

BRAZIL
brasil@soltec.com
+55 071 3026 4900

MEXICO
mexico@soltec.com
+52 1 55 5557 3144

CHILE
chile@soltec.com
+56 2 25738559

PERU
peru@soltec.com
+51 1422 7279

INDIA
india@soltec.com
+91 124 4568202

AUSTRALIA
australia@soltec.com
+61 2 9275 8806

CHINA
china@soltec.com
+86 21 66285799

ARGENTINA
argentina@soltec.com
+54 9 114 889 1476

EGYPT
egypt@soltec.com

B&V Bankability report
DNV GL Technology Review available
RWDI WIND TUNNEL TESTED

soltec

soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec Energías Renovables • SF7.2022-11-11.V12
Monitoring & Control references on this document are subject to availability. Alternative electronics could be finally provided for your project if needed

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

13.4 Instalación de baja tensión DC

La energía producida por el campo fotovoltaico, en forma de corriente continúa de baja tensión, se evacúa hasta los inversores mediante cableado aéreo y subterráneo.

En el cálculo de la sección de cableado se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 de 2-8-02, y publicado en el B.O.E. del 18-9-02 y el Real Decreto 1053/2014.

La distribución se realizará en CC a tensiones cercanas a los 1500V.

Se utilizarán cables unipolares con aislamiento de dieléctrico seco, de las características siguientes:

Tabla 12: Características de los cables de DC

Tipo	PV ZZ-F	XZ1-AL
Tensión DC	1,5 kV	1,5 kV
Conductor	Cobre	Aluminio
Secciones	6-10 mm^2	70-400 mm^2

Para la elección de la sección del conductor se han tenido en cuenta la intensidad máxima admisible por el cable y la caída de tensión, además de la adecuada protección de los cables contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles clase gPV o interruptores magnetotérmicos.

Los cables se etiquetarán e identificarán adecuadamente según los esquemas eléctricos y se adoptará un código de colores, facilitando las labores de mantenimiento.

Las longitudes de los cables serán tales que eviten los esfuerzos de estos.

El conexionado en serie de los módulos se realizará mediante pequeños tramos de cables unipolares que unirán el terminal positivo de un módulo con el terminal negativo del siguiente, quedando libres un terminal positivo y un terminal negativo en los módulos de los extremos de cada rama. Estos terminales libres se conexionarán en paralelo a través de conectores apropiados a las cajas de conexión, de las que saldrá un cable para conectar con el inverso ubicado en el MV-SKID MT.

La caída de tensión máxima admisible en la instalación fotovoltaica no deberá ser superior al 1,5% en la parte de DC.

Hay que destacar que los valores utilizados de potencia y tensión de los módulos son los que proporciona el fabricante, que se refieren a unas condiciones estándar óptimas que normalmente no se darán, por lo que los niveles reales de intensidad generalmente estarán por debajo de los expuestos. Los resultados de los cálculos pueden verse en el documento Anexos.

13.5 Instalación de media tensión

La Planta Solar consta de tres (3) centros de transformación, instalado en un contenedor metálico denominado "**MV SKID-MT**", y **uno de conexión, protección y medida (CPM)** en edificio prefabricado.

La energía, transformada a media tensión en el MV SKID-MT, se evacua mediante una canalización enterrada hasta el CPM. Desde este centro será evacuada mediante una línea subterránea hasta el punto de conexión indicado por la compañía eléctrica (línea esta objeto de otro proyecto).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

La línea subterránea de media tensión que conecta los MV SKID-MT hasta el CPM estará constituida por una terna de cables unipolares con aislamiento de dieléctrico seco, de las características siguientes:

Tabla 13: Características de los cables de MT

Tipo	RHZ1
Tensión	12/20 kV
Nº de circuitos	1
Conductor	Aluminio
Sección	70-400 mm^2

El trazado se realizará siguiendo el orden:

Tabla 14: Trazado de media tensión

Comienzo	Fin	Longitud
Centro Transformación 1 (SKID-MT)	Centro Transformación 2 (SKID-MT)	146 m
Centro Transformación 2 (SKID-MT)	Centro Transformación 3 (SKID-MT)	147 m
Centro Transformación 3 (SKID-MT)	CPM	198 m

El resultado de los cálculos puede verse en el documento ANEXOS.

Los accesorios empleados para las conexiones serán terminales de tipo enchufables acodados con contacto atornillable y apantallados adecuados tanto al tipo de conductor como al tipo de celdas usadas.

13.6 Centro de Protección, Medida y Conexión (CPM)

Se instalará un centro de protección y medida de cliente tipo caseta prefabricada, para conectar la planta fotovoltaica con la red de distribución eléctrica.

El centro dispondrá de los siguientes elementos:

- Tres celdas con función de línea para evacuación de la planta fotovoltaica.
- Dos celdas de medida.
- Dos celdas de interruptor automático.
- Una celda de medida de tensión.
- Dos celdas de protección con fusibles.
- Un transformador de 50 kVA
- Cuadros de protección de Alterna para inversores y servicios auxiliares.
- Equipos de medida de energía.

Se dotará a este centro de un transformador de servicios auxiliares, que será alimentado desde su celda de protección correspondiente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Características generales

Tensión asignada	17,5 kV
Tipo de aparamenta MT	Celdas de aislamiento y corte en SF6

Edificio prefabricado

El edificio será prefabricado de tamaño adecuado para albergar tanto las celdas de media tensión, el transformador, así como el cuadro de baja tensión que protege a los inversores. Se ha previsto un edificio con dos puertas de peatón y una valla de separación entre la parte de baja tensión y la de media tensión, con las características siguientes:

Tipo edificio	EHC-7T1DPF
Nº de transformadores	1
Tipo de ventilación	Normal
Puertas de acceso peatón	2
Dimensiones exteriores	6.980 x 2.500 x 3.300 mm
Altura vista	2.535 mm
Pintura exterior	Color verde seco (adecuado para integración paisajística)

Celdas de media tensión

Las celdas utilizadas serán de distribución secundaria, blindadas y aislamiento de SF6. El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración. El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las características principales de las celdas previstas son:

Tensión asignada	17,5 kV
Intensidad asignada en el embarrado	200 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz	25 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta	50 kA
Nivel de aislamiento **Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases** **Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)**	 38 kV 95 kV

Las celdas se instalarán agrupadas constituyendo un conjunto formado por las siguientes celdas:

- 3 celda de línea
- 2 celda de medida de energía con transformadores de intensidad y tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- 1 celda de medida de tensión con transformadores de tensión.
- 2 celda de interruptor automático con relé de protección.
- 2 celda de protección con fusibles.

*** CELDA DE LINEA**

Celda Schneider Electric de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 17,5 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm^2.

*** CELDA DE MEDIDA DE ENERGÍA.**

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 150-75/5A cl.10VA CL. 0.5S, Ith= 200 In, gama extendida al 150% y aislamiento 17,5 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, modelo de alta seguridad (antiexplosivos), de relación 22000:V3/110:V3 10VA CL. 0.5, potencia a contratar de 630 kW, Ft= 1,9 y aislamiento 17,5 kV.

*** CELDA DE MEDIDA DE TENSIÓN EN BARRAS**

Celda Schneider Electric de medida de tensión en barras con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo CME, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, modelo de alta seguridad (antiexplosivos), de relación $22000\sqrt{3} - 110\sqrt{3}$ 10VA CL. 0,5

*** CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.**

Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.220 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 17,5 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI de actuación manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- 3 Transformadores toroidales para la medida de corriente mediante Sepam.

*** CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.**

Celda Schneider Electric de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QMBD, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 17,5 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 17,5kV, y calibre 6.3 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).

*** TRANSFORMADOR:**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia TRFEV50-24, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(*)

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (KNAN), marca Schneider Electric, en baño de éster vegetal.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 50 kVA.
- Tensión nominal primaria: 13.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0029029

- Nivel de aislamiento:
  - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV.
  - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(*) Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm^2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0,6/1 kV, de 3x240 mm^2 Al para las fases y de 2x240 mm^2 Al para el neutro.

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

- Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

13.6.1 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

Armario medida de A.T.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.5 con medida:
- Activa: bidireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Relé de protección

En la celda de interruptor automático se integrará una unidad de disparo comunicable del tipo SEPAM o similar, con las siguientes características:

- 50/51: defecto de fase (sobrecarga y cortocircuito).
- 50N/51N: defecto a tierra (sobrecarga y cortocircuito).
- 67N: defecto a tierra direccional (sobrecarga y cortocircuito).
- 27: mínima tensión.
- 59: máxima tensión.
- 59N: máxima tensión residual (64).
- 81M/81m: máxima y mínima frecuencia.
- 25: verificación del sincronismo.
- Medida de las distintas corrientes de fase,
- Medida de las corrientes de apertura (I1, I2, I3, Io)
- Contexto de apertura,
- Índice de desequilibrio / corriente inversa Ii
- Desfases,
- Oscilopertubografía

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).

El SEPAM es un relé indirecto alimentado por batería+cargador.

Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda DM1C no se ha cerrado previamente.

Señalizaciones y material de seguridad

El centro de conexión cumplirá con las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al edificio llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.
- En un lugar bien visible del edificio se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.
- Cartel de las cinco reglas de oro.
- Deberá estar dotado de bandeja o bolsa portadocumentos, con la siguiente documentación:
- Manual de instrucciones y mantenimiento del CC.
- Protocolo del transformador.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Documentación técnica.
- El CPTM dispondrá de banqueta aislante y guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

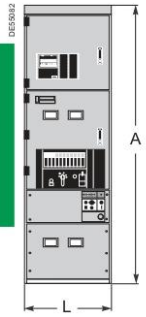
Datos Técnicos Celdas Media Tensión

Descripción de la cabina

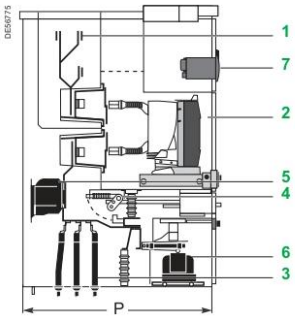
Cabinas tipo AD

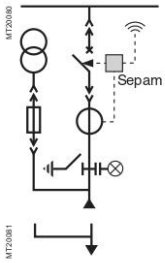
Llegada y salida

3



AD1, AD2, AD3





Compartimentos MT

1 Juego de barras para conectar las cabinas entre sí.
2 Parte móvil desenchufable.
3 Conexiones MT por cables de acceso frontal.
4 Seccionador de tierra.
5 Transformadores de intensidad.
6 Transformadores de tensión (equipados de forma opcional con fusibles desenchufables).

Cajón BT

7 Los auxiliares de baja tensión y la unidad de protección y control se encuentran en un compartimento separado de la parte de media tensión.

Características

		AD1						AD2					AD3											
Tensión asignada (kV)		7,2			12			7,2		12	17,5		7,2				12				17,5			
Poder de corte (kA)		25	31,5	50 (1)	25	31,5	50 (1)	40	50	40	25	31,5	25	31,5	40	50	25	31,5	40	50	25	31,5	40	50
Intensidad asignada (A)																								
Automático Evolis	630	•	•		•	•		•		•	•	•												
	1.250	•	•		•	•		•		•	•	•											•	
	2.500												•	•	•		•	•	•		•	•	•	
Automático Evolis HP	1.250																			•				• (5)
	2.500															•				•				• (5)
	3.150												•	•	•	•	•	•	•	•	• (5)	• (5)	• (5)	• (5)
	4.000 (3)															•				•				• (5)
Contactor CTV1	200			•																				
Automático LF	630	•	•		•	•		•	•	•	•	•												
	1.250	•	•		•	•		•	•	•	•	•								•			•	
	2.500												•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	3.150													•	•	•		•	•	•	•	•	•	
	4.000 (6)															•				•			•	
Contactor Rollarc	200			•			•																	
	250			•																				
Intensidad de cresta admisible **Ip** (kA pico)	50 Hz	63	79		63	79		100	125	100	63	79	63	79	100	125	63	79	100	125	63	79	100	125
	60 Hz	65	82		65	82		104	130	104	65	82	65	82	104	130	65	82	104	130	65	82	104	130
Dimensiones (mm)	A	2.300						2.300					2.300											
	L	570						700					900											
	P (2)	1.550						1.550					1.550											
Peso (kg) (4)		850						1.000					1.300											

(1) Limitado por fusibles.
(2) Total + 175 mm para los cuadros de arco interno de 4 caras, 3.150 A, 4.000 A o 2 juegos de TI.
(3) Con ventilación (consultarnos).
(4) Cabina completamente equipada.
(5) Limitada a 15 kV.
(6) Con ventilación.

Schneider Electric

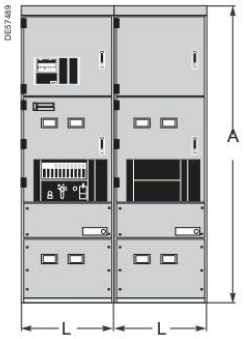
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Descripción de la cabina

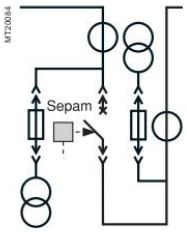
Cabinas tipo CL - GL

Acoplamiento en línea

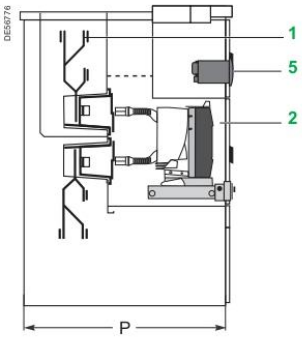
La unidad funcional de tipo acoplamiento se compone de 2 cabinas lado a lado (una cabina equipada con un disyuntor o automático y la otra con un remonte del juego de barras).



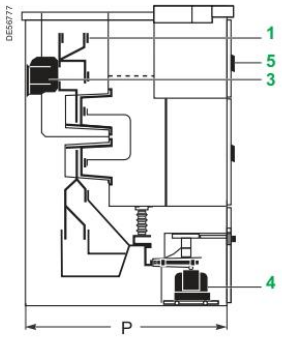
CL1-2-3 o GL1-2-3



CL1, CL2, CL3



GL1, GL2, GL3



Compartimentos MT

1 Juego de barras para conectar la unidad funcional de acoplamiento con las demás unidades funcionales del cuadro.
2 Parte móvil desenchufable.
3 Transformadores de intensidad.
4 Transformadores de tensión (equipados de forma opcional con fusibles desenchufables).

Cajón BT

5 Los auxiliares de baja tensión y la unidad de protección y control se encuentran en un compartimento separado de la parte de media tensión.

Características

		CL1-GL1				CL2-GL2					CL3-GL3											
Tensión asignada (kV)		7,2		12		7,2		12	17,5		7,2				12				17,5			
Poder de corte (kA)		25	31,5	25	31,5	40	50	40	25	31,5	25	31,5	40	50	25	31,5	40	50	25	31,5	40	50
Intensidad asignada (A)																						
Automático Evolis	630	●	●	●	●	●		●	●	●												
	1.250	●	●	●	●	●		●	●	●											●	
	2.500										●	●	●		●	●	●		●	●	●	
Automático Evolis HP	1.250																	●				●(4)
	2.500													●				●				●(4)
	3.150										●	●	●	●	●	●	●	●	●(4)	●(4)	●(4)	●(4)
	4.000(2)													●				●				●(4)
Automático LF	630	●	●	●	●	●	●	●	●	●												
	1.250	●	●	●	●	●	●	●	●	●								●			●	
	2.500										●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	3.150											●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	4.000(5)													●				●			●	
Intensidad de cuesta admisible **Ip** (kA pico)	50 Hz	63	79	63	79	100	125	100	63	79	63	79	100	125	63	79	100	125	63	79	100	125
	60 Hz	65	82	65	82	104	130	104	65	82	65	82	104	130	65	82	104	130	65	82	104	130
Dimensiones (mm)	A	2300				2.300					2.300											
	L	570 (× 2)				700 (× 2)					900 (× 2)											
	P(1)	1.550				1.550					1.550											
Peso (kg)(3)		1.300 (CL1 + GL1)				1.500 (CL2 + GL2)					1.700 (CL3 + GL3)											

(1) Total + 175 mm para los cuadros de arco interno de 4 caras, 3.150 A, 4.000 A o 2 juegos de TI.
(2) Con ventilación (consultarnos).
(3) Cabina completamente equipada.
(4) Limitado a 15 kV.
(5) Con ventilación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
3
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

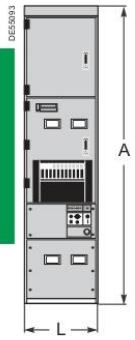
Descripción de la cabina

Cabinas tipo TT

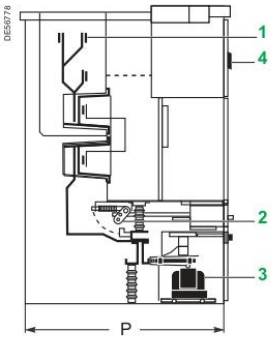
De medida

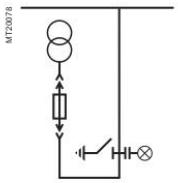
Puesta a tierra del juego de barras

3



TT1-2





Compartimentos MT

1 Juego de barras para conectar la unidad funcional con las demás cabinas del cuadro.
2 Seccionador de tierra.
3 Transformadores de tensión (equipados de forma opcional con fusibles desenchufables).

Cajón BT

4 Los auxiliares de baja tensión y la unidad de protección y control se encuentran en un compartimento separado de la parte de media tensión.

Características

			TT1		TT2			
Tensión asignada	kV		7,2	12	7,2	12	17,5 (*)	
Nivel de aislamiento	kV ef. 50 Hz - 1 min		20	28	20	28	38	
	kV choque 1,2/50 µs		60	75	60	75	95	
Intensidad asignada (intensidad juego de barras)	A	630	•	•	•	•	•	•
		1.250	•	•	•	•	•	•
		2.500	•	•	•	•	•	•
		3.150	•	•	•	•	•	•
		4.000 (2)	•	•	•	•	•	•
Corriente de corta duración admisible	kA ef. 3 s		31,5	31,5	50	50	31,5	40
Dimensiones (mm)		A	2.300		2.300			
		L	570		700			
		P (1)	1.550		1.550			
Peso (kg)			500		550			

(1) Total + 175 mm para los cuadros de arco interno a 4 caras.
(2) Sólo con automático LF.

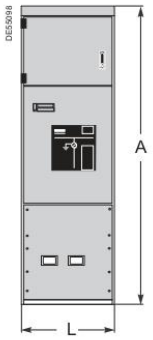
(*) **Nota: tensión asignada 15 kV disponible para automático Evolis HP y con corriente de corta duración admisible 50 kA ef. 3 s.**

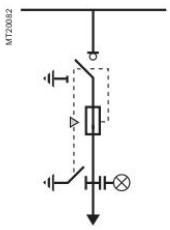
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Descripción de la cabina

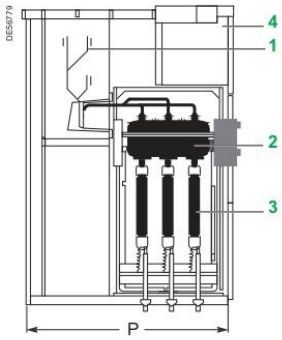
Cabinas tipo DI

Salida interruptor fusibles





DI2



Compartimentos MT

1 Juego de barras para conectar la unidad funcional DI con las demás cabinas del cuadro.
2 Interruptor-seccionador de puesta a tierra.
3 Fusibles MT.

Cajón BT

4 Los auxiliares de baja tensión y la unidad de protección y control se encuentran en un compartimento separado de la parte de media tensión.

Características

			DI2		
Tensión asignada	kV		7,2	12	17,5
Nivel de aislamiento	kV ef. 50 Hz - 1 min		20	28	38
	kV choque 1,2/50 µs		60	75	95
Intensidad asignada	A	200	•	•	•
Poder de corte		kA ef. 1 s (2)	25	25	25
Dimensiones (mm)		A	2.300		
		L	700		
		P (1)	1.550		
Peso (kg)			750		

(1) Total + 175 mm para los cuadros de arco interno a 4 caras.
(2) Limitado por fusibles.

Las cabinas DI con un interruptor fusible se utilizan para la alimentación y la protección de los transformadores de baja potencia.
Ejemplo: los transformadores de servicios auxiliares.
Todas las maniobras se realizan en la parte frontal, incluido el acceso a las conexiones y al juego de barras.

Todos los enclavamientos funcionales responden a la recomendación IEC 62271-200:

- El interruptor sólo se puede cerrar si el seccionador de puesta a tierra está abierto y el panel de acceso en su sitio.
- El seccionador de puesta a tierra sólo se puede cerrar si el interruptor está abierto.
- El panel de acceso a las conexiones de media tensión y los fusibles sólo se puede abrir si los seccionadores de tierra aguas arriba y abajo de los fusibles están cerrados.
- El interruptor está enclavado en posición abierto cuando el panel de acceso se ha retirado.

El indicador de presencia de tensión está situado en la parte frontal de la unidad funcional e integrado en el mando del interruptor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
3
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

13.6.2 AUTOMATISMOS Y CONTROL

En la celda de interruptor automático de vacío se incluirá un mando motorizado y bobinas de cierre y apertura, lo que permitirá la carga automática de los resortes, sin necesidad de orden de carga, cuando detecte que estos están destensados. No obstante, se dispondrá también de una palanca de carga de resortes para realizar la operación manualmente.

Para la realización del automatismo y las técnicas de telemando se instalará un sistema controlador de celdas capaz de comunicarse con un centro remoto mediante modem.

13.6.3 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD

El centro de conexión cumplirá con las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al edificio llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.
- En un lugar bien visible del edificio se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.
- Cartel de las cinco reglas de oro.
- Deberá estar dotado de bandeja o bolsa portadocumentos, con la siguiente documentación:
- Manual de instrucciones y mantenimiento del CC.
- Protocolo del transformador.
- Documentación técnica.
- El CC dispondrá de banqueta aislante y guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras.

14 PUESTA A TIERRA

La instalación dispone de una separación galvánica entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica por medio de un transformador de aislamiento.

Las masas de la instalación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes.

Se montará una Toma de Tierra independiente para el campo de paneles fotovoltaicos que permita una seguridad ante los fenómenos meteorológicos adversos, así como para los equipos de protección e Inversores.

Todos los seguidores se pondrán a tierra a través de las cajas de protecciones de continua.

Cada caja de protección tendrá una pica de puesta a tierra.

Por la zanja de baja tensión DC, se colocará un cable desnudo de cobre que unirá todas las cajas de protección.

Un conductor de protección conectará la puesta a tierra de todos los centros de transformación de la planta, situándose en el fondo de la zanja de los cables de media tensión.

La sección del material empleado para la construcción de líneas de tierra será:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

Tabla 15: Características puesta a tierra

Material	Cobre desnudo
Sección P.A.T. general	35 mm^2
Sección C.T. y SKID	50 mm^2

La pantalla de los cables de MT, que unirán los centros de transformación, se conectará, en sus extremos, a la instalación de puesta a tierra de cada uno de ellos.

14.1 Puesta a tierra del centro de Conexión, Protección y Medida

La tierra del centro de Conexión, Protección y Medida estará unida a la red general de puesta a tierra que hará las funciones de tierra de protección y tierra de servicio.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el centro de conexión se unen a la tierra: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro.

Puesta a tierra de servicio: el neutro del transformador de SS.AA. se conectará a una tierra independiente del resto de tierras.

Para disponer una puesta a tierra única para los sistemas de protección y servicio se asegurará una resistencia de puesta a tierra igual o menor a dos ohmios.

La configuración de la red de puesta a tierra será tendrá las siguientes características:

Tabla 16: Características puesta a tierra centro de conexión

Geometría	Anillo rectangular
Material	Cobre desnudo
Sección	50 mm^2

14.2 Puesta a tierra de los centros de transformación (SKID-MT)

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en los centros de transformación se unen a la tierra: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio.

El neutro del transformador se unirá a una tierra aparte si es necesario para el funcionamiento del inversor.

Para disponer una puesta a tierra única para los sistemas de protección y servicio se asegurará una resistencia de puesta a tierra igual o menor a 2 Ω.

La configuración de la red de puesta a tierra tendrá las siguientes características:

Tabla 17: Características puesta a tierra centro de transformación

Geometría	Anillo rectangular

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022929

Material	Cobre desnudo
Sección	50 mm²

14.3 Puesta a tierra del campo fotovoltaico

Todos los seguidores dispondrán de una puesta a tierra a través de las cajas de protección de continua.

En cada caja de protección se instalará una pica de puesta a tierra.

Además, en el fondo de la zanja de baja tensión DC, se colocará un cable desnudo de cobre que unirá todas las picas de tierra de las cajas de protección de DC.

Todas las partes metálicas se unen a la tierra: cuadros de conexión, estructura y módulos.

El campo solar será flotante, no tendrá ningún polo a tierra, por lo que se deberán proteger ambos polos con fusibles en todos los casos, tanto en las cajas de protección como en el inversor.

14.4 Puesta a tierra del vallado perimetral y del sistema de seguridad

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas accesibles del sistema de seguridad perimetral: vallado y sistema de seguridad.

Cada cámara de seguridad sobre soporte metálico dispondrá, en su arqueta correspondiente, de una pica de tierra, unidas éstas entre sí mediante una línea de enlace a base de conductor unipolar de cobre de sección mínima 16 mm². Este conductor de enlace discurrirá fondo de la canalización directamente enterrado.

La conexión a tierra de los soportes, desde su fuste hasta el electrodo de tierra, se hará sobre el tornillo que deberán de disponer éstos y se efectuará con terminal y conductor unipolar de cobre de sección mínima 16 mm².

15 SERVICIOS AUXILIARES

La función de los servicios auxiliares es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión, necesario para la explotación y mantenimiento de todos los equipos de la instalación.

La energía necesaria para la alimentación de los servicios auxiliares será aportada por el transformador instalado en el centro de Conexión, Protección y Medida o el transformador de SS.AA.

La instalación contará con un cuadro general situado en el centro de conexión para alimentar el sistema de seguridad perimetral y los requisitos de suministro eléctrico de los edificios principales.

Las necesidades de alimentación auxiliar de los centros de transformación (SKID-MT) serán alimentadas desde su propio transformador de servicios auxiliares.

El transformador de servicios auxiliares, equipado en el centro de protección y medida, es necesario también para cubrir las necesidades que pueda disponer la Compañía Eléctrica, en cuanto a protecciones, telemando o teledisparo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA colegiado nº 0021929

Durante la fase de construcción se dispondrá de generadores diésel para aportar el suministro eléctrico que sea necesario. Se ubicarán en zonas delimitadas y señalizadas, sobre una superficie impermeable que evite las infiltraciones al suelo por derrames o similares.

15.1 Monitorización

Se utilizará un sistema de adquisición de datos que permita controlar ciertas las diferentes variables de la instalación, que facilitará al usuario información sobre el comportamiento general del sistema.

15.2 Estación meteorológica

Para realizar las medidas de las prestaciones reales de la instalación se utilizarán los siguientes equipos:

- Piranómetros para calcular la radiación solar real en W/m^2, tanto horizontal como inclinada.
- Anemómetro.
- Sensores de temperatura ambiente y de célula.
- Sensores de lluvia y humedad.
- Se utilizará un mástil de 2 metros de altura, compuesto por secciones tubulares de acero galvanizado, en el que se colocarán los mecanismos de medición.
- Armario de control y comunicaciones.

15.3 Requerimientos sanitarios

En cuanto a instalaciones sanitarias, se dispondrá en la planta fotovoltaica de cabinas de aseo temporales o baños químicos, especialmente durante la fase de construcción de la PFV. El mantenimiento, limpieza y sustitución de estos estará encargada a una empresa externa autorizada.

Los locales de aseo contarán con espejos, lavabos con agua corriente, jabón y toallas individuales. Estos locales serán tipo cabina temporal. Se dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

En caso de ser necesario el desagüe de aguas residuales, se dispondrá de un depósito estanco para tal fin. El mantenimiento y vaciado periódico del depósito estanco estará encargado también a una empresa externa autorizada. Se evita en todo caso el vertido de aguas al dominio público hidráulico.

15.4 Abastecimiento agua potable

El agua necesaria para las instalaciones de higiene será provista mediante un camión cisterna, y almacenada en un depósito habilitado para tal fin, asegurando su potabilidad mediante procesos de cloración.

Se dispondrá también, para consumo directo de agua, de bidones sellados y etiquetados, suministrados por una empresa externa autorizada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

15.5 Abastecimiento agua industrial

El uso de agua industrial será en general para humectar materiales antes de su transporte para evitar la dispersión de material particulado, así como para el resto de los usos de limpieza.

Este suministro se realizará mediante camiones aljibe desde el exterior, por lo tanto, no será necesario una instalación auxiliar de abastecimiento de agua.

15.6 Sistema de seguridad perimetral

Para detectar la presencia de intrusos se instalará un sistema de seguridad perimetral mediante un circuito cerrado de televisión.

El sistema de videovigilancia consiste en varias cámaras térmicas, instaladas sobre columnas troncocónicas de 3m y ubicadas en el perímetro de la parcela, que detectarán al intruso y activarán a varias Domo, colocadas en lugares estratégicos sobre columnas de 4 m de altura, que filman y transmiten imágenes a los monitores de la oficina central de vigilancia. El sistema de CCTV debe proporcionará imágenes de excelente calidad tanto de día como en la oscuridad.

Se instalarán videograbadoras digitales que se encargarán de recibir las señales de vídeo y almacenarlas en formato digital.

La central de intrusión será el elemento encargado de gestionar las señales de alarma, provenientes de los sistemas de detección. En caso de que una de las zonas salte, la cámara Domo más cercana dará un barrido por la zona, evitando las alarmas no deseadas.

En caso de intrusión, el sistema enviará una señal de aviso al centro integral de seguridad. El centro procederá a la verificación por los medios existentes, avisando en su caso a las fuerzas de seguridad, bomberos, etc., además de al responsable de la instalación.

Los sistemas de alarma y vigilancia de la planta carecerán de sistema sónico de aviso al exterior y estarán conectados a una central de alarmas.

La alimentación general del sistema será por red de corriente alterna de 230 VAC y 50 Hz.

Para garantizar que el sistema funcione en caso de corte de suministro eléctrico se instalará un SAI.

16 OBRA CIVIL

La obra civil para la construcción de la instalación consistirá en:

- Acondicionamiento del terreno se realizará únicamente en las zonas donde se instalen los centros de transformación y centros de seccionamiento, lo que implica la realización de excavaciones, rellenos, compactación, drenajes y estabilidad mediante taludes, si fuera necesario. En ningún caso se realizarán movimientos de tierras ni desbroce donde no sea necesario la retirada de la capa vegetal con el fin de garantizar en todo momento la conservación del suelo.
- Ejecución de los accesos a la planta.
- Construcción del cerramiento.
- Ejecución de viales interiores con un firme apto para el tránsito de vehículos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Instalación de los seguidores se realizará mediante hincado sobre el terreno, eliminando únicamente la capa vegetal de las zonas donde se realizará dicho hincado. La capa vegetal retirada se almacenará de forma separada para ser utilizada posteriormente en la restitución de las áreas afectadas por la fase de obra.

  Se mantendrá la tierra vegetal y en todo caso no se eliminará el horizonte superficial del suelo, necesario para una correcta implantación de vegetación bajo los paneles solares.
- Canalizaciones para los cables de potencia y control.

16.1 Viales

Se abrirán nuevos caminos de acceso a la instalación.

En el interior del recinto se ejecutarán viales para permitir el acceso de vehículos pesados para la instalación de los edificios prefabricados y los SKID's, de grúas de gran tonelaje, así como permitir el acceso al campo solar para su limpieza y mantenimiento.

Las características principales de estos viales son:

Tabla 18: Características de los viales

Anchura útil de la calzada	4 m
Pendiente transversal	2%
Radio de curvatura mínimo (al borde interior)	8 m
Firme	Arena
Espesor del firme	20 cm

16.2 Canalizaciones

16.2.1 CANALIZACIONES PARA BAJA TENSIÓN

Los cables de baja tensión se alojarán en zanjas de 0.85 metros de profundidad máxima y una anchura de 0,60 metros para canalizaciones de hasta 6 circuitos, para que los conductores superiores siempre estén a más de 0,6 metros de la superficie en tierra. Se ha previsto un tubo para cruce del string cable entre filas que sustituiría un circuito DC en caso necesario.

En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de un espesor de 0,05 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar. Sobre cada fila de cables se dejará una capa adicional de 0,10 m de arena. Sobre la última fila de cables se dejará otra capa de 0,10 m de arena. Encima de esta, se colocarán las placas cubre cables sobre estas irá una capa de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas con un espesor mínimo de 0,45 m, y sobre ésta se instalará una cinta de señalización de los cables. Finalmente se dejará una nueva capa de tierra compactada de 0,10 m, que será la superficie final.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

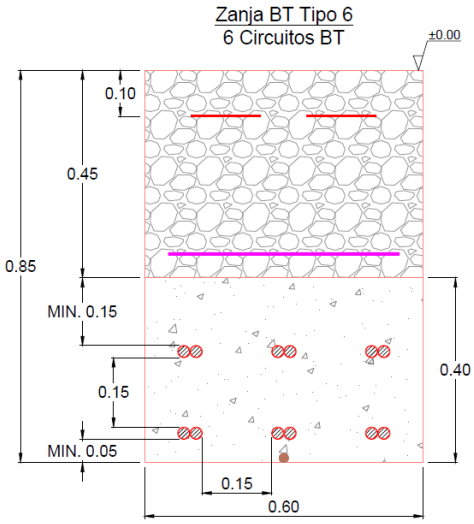


Ilustración 18: Detalle de zanjas BT hasta 6 circuitos

16.2.2 CANALIZACIONES PARA MEDIA TENSIÓN

Los cables de media tensión se alojarán en zanjas de entre 0,80 y 1,05 metros de profundidad y una anchura mínima de 0,40 metros para canalizaciones de un solo circuito y 0,60 metros para de más de dos circuitos.

Se han previsto tubos para cables de servicios auxiliares y de control para unión entre el SKID y el CPM.

En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de un espesor de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar. Sobre esta fila de cables se dejará otra capa de 0,25 m de arena. Encima se colocarán las placas cubrecables, una por cada circuito; sobre esta irá una capa de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas con un espesor mínimo de 0,45 m, y sobre ésta se instalará una cinta de señalización de los cables, una por cada circuito. Finalmente se dejará una nueva capa de tierra compactada de 0,10 m, que será la superficie final.

En el caso de zanjas situadas bajo caminos, las capas entre cables estarán rellenas con hormigón y los cables se instalarán bajo tubos de igual manera que ocurría con las zanjas de baja tensión.

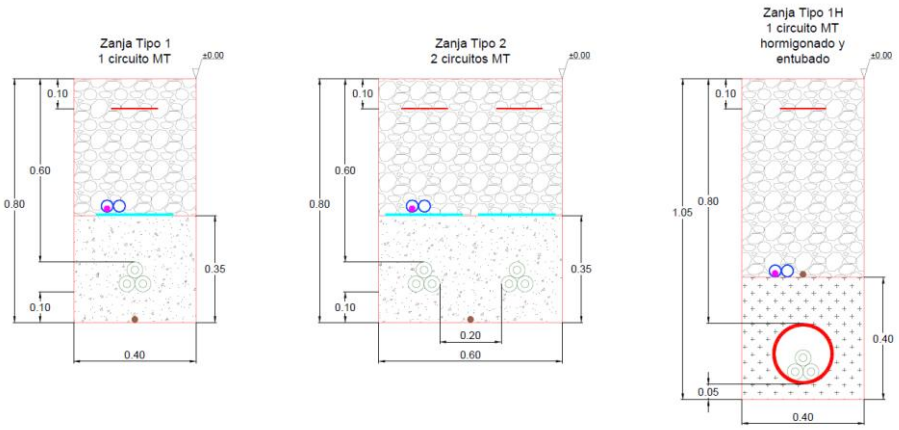


Ilustración 19:Detalle de zanjas MT normal y reforzada

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA Colegiado nº 0021929
VISADO

16.3 Cerramiento/Vallado

Todo el recinto de la instalación estará protegido por un cerramiento el cual será de malla tipo cinegética donde la sujeción de los postes al suelo se realizará mediante hincado de los mismos, sin usar dados de hormigón. La altura máxima del cerramiento no será superior a 2m y se dejará en la parte inferior un espacio abierto mínimo de 30cm para aportar una mayor permeabilidad a la fauna. El cerramiento estará libre de alambres de espino u otros elementos cortantes o punzantes. Además, estará señalizado para una mayor visibilidad a las aves y así evitar la colisión; dicha señalización se realizará empleando placas metálicas o plásticas de 25 x 25 cm, una en cada vano. Estas placas serán de color blanco, mate y sin bordes cortantes y serán colocadas en la parte superior del vallado. Para mayor detalle del tipo de cerramiento propuesto puede consultarse en el Documento Planos.

Se instalará también una puerta principal de acceso a la instalación de 6 metros de anchura de doble hoja, que se abrirá manualmente. El cerramiento tendrá en sus puertas señales normalizadas de advertencia de riesgo eléctrico.

16.4 Zona de Acopio y Trabajos temporales

En conformidad con el Informe de Impacto Ambiental, de cara a dar cumplimiento a su condicionado se definen en el interior de la Planta Solar Fotovoltaica, zonas de acopio con una superficie de 1375 m2, como se puede consultar en el documentos planos.

Además, también se define en el interior del vallado de la planta, una zona destinada a Trabajos Temporales como las oficinas auxiliares de obra de superficie 795 m2, tal y como se puede comprobar en el Documento Planos.

17 SERVICIOS SANITARIOS Y GESTIÓN DE RESIDUOS

No se requerirán en las plantas fotovoltaicas servicios de agua o saneamiento al no haber oficinas de control. La planta se operará de manera remota y no habrán puestos de trabajo presenciales durante su operación habitual. Por lo tanto, no está prevista durante la operación la emisión de ningún tipo de contaminante o generación de residuos.

Por otro lado, las medidas de gestión de residuos en la obra están basadas en fomentar, por este orden, la prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

1) Adquisición de materiales
2) Comienzo de la obra
3) Puesta en obra
4) Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras

- Se realizará una planificación previa a las posibles excavaciones para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.
- Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929

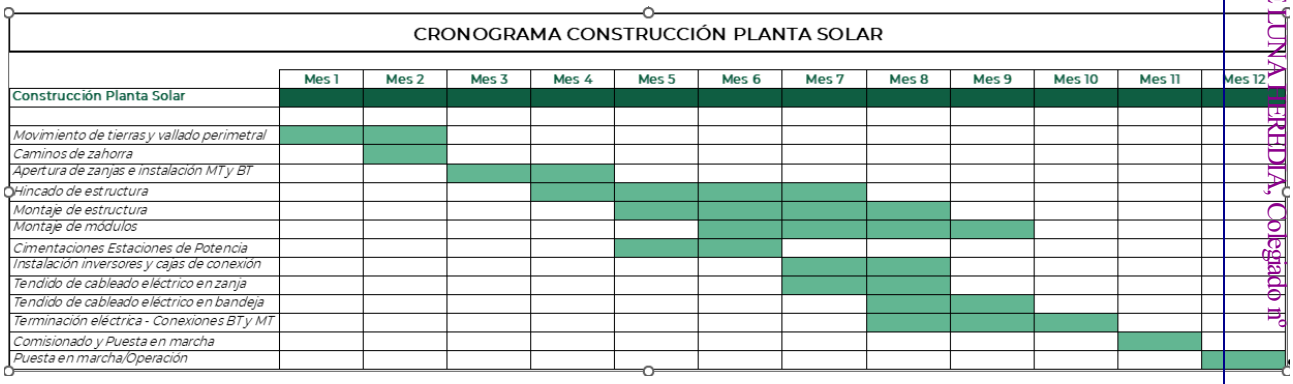
- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En el Documento de Anexos se presenta una evaluación más detallada de los tipos de residuos, cantidades y presupuesto de su gestión.

18 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Se adjunta un cronograma con las distintas actividades a realizar para la construcción del Parque Solar. Se ha dividido en 13 etapas hasta conseguir la Puesta en Marcha, indicando la duración aproximada en semanas.

Los hitos más importantes son, en la semana 5, cuando se tenga todos los paneles montados y sobre todo en la semana 7 cuando estén los inversores, para así poder terminar todo el cableado de continua y poder ir testeando todas las series.



19 CONCLUSIÓN

Expuestos los datos de diseño en esta memoria y en los demás documentos que se adjuntan al proyecto "Betula Zaratan", se considera que se reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente con fin de servir de base como documento técnico para la obtención de los permisos, licencias y autorizaciones pertinentes en conformidad con el marco legislativo vigente.

Madrid, Julio de 2025
Ingeniero Industrial



Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

VISADO

DOCUMENTO Nº2: ANEXOS

CONTENIDO

1 EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR DISPONIBLE 65
1.1 Potencia pico del generador fotovoltaico (P*) 65
1.2 Radiación sobre superficie horizontal (Ga(0)) 65
1.3 Dimensionamiento de strings 66
1.4 Performance ratio (PR) 67
1.5 Producción anual estimada 71
1.6 Informe de PVsyst 71
2 CÁLCULOS INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN 82
2.1 Cálculo de cableado 82
3 CÁLCULOS INSTALACIÓN ALTA TENSIÓN 89
3.1 Datos 89
3.2 Circuitos 90
3.3 Datos del cable 91
3.4 Cálculo eléctrico 92
3.5 Mediciones 94
3.6 Coeficientes de corrección 94
3.7 Resumen de cálculos de caída de tensión y pérdida de potencia 95
3.8 Limitación de los Campos Magnéticos 96
4 CÁLCULOS ALTA TENSIÓN DE CENTRO DE CONEXIÓN (CPM) 101
4.1 Intensidad de alta tensión 101
4.2 Intensidad de baja tensión 101
4.3 Cortocircuitos 101
4.4 Dimensionado del embarrado 103
4.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos 103
4.6 Dimensionado de la ventilación del CT. 104
4.7 Dimensiones del pozo apagafuegos 104
5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 104
5.1 Criterios básicos de diseño. 105
5.2 Resistividad del terreno 106
5.3 Investigación de las características del suelo. 106
5.4 Diseño preliminar de la instalación de tierra 107
5.5 Cálculo de la resistencia del sistema de tierras 108
5.6 Cálculo del calentamiento del conductor 109
5.7 Comprobación de los resultados 110

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSÉ LUNA HERRERA Colegiado nº 0021929

5.8 Medidas y vigilancia de las instalaciones de puesta a tierra 111
6 JUSTIFICACIÓN DE LOS LÍMITES DE RUIDO 111
7 JUSTIFICACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 114
7.1 Prescripciones Generales 115
7.2 Prescripciones ITC-RAT 14 115
7.3 Prescripciones ITC-RAT 15 116
7.4 Medidas particulares CPM 117
7.5 Medidas particulares SKID-MT 119
7.6 Resumen general de las medidas de prevención y extinción aplicadas 120
8 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 122
8.1 Residuos generados en la obra 122
8.2 Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar 123
8.3 Operaciones de reutilización, valoración o eliminación de residuos generados 124
8.4 Medidas para la separación de residuos 126
8.5 Estimación de los residuos generados 127
8.6 Presupuesto de gestión de residuos 132
9 PLAN DE DESMANTELAMIENTO 133
9.1 DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA 133
9.2 DESMANTELAMIENTO 133
9.3 MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA 135
9.4 GESTIÓN DE RESIDUOS 136
9.5 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 136
9.6 MEDICIONES Y PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO 136

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERIA, colegiado nº 0021929
VISADO

1 EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR DISPONIBLE

La energía anualmente producida por una instalación fotovoltaica E_{AC}, puede expresarse como el producto de una serie de factores independientes:

$$E_{AC} = P^* * \left(\frac{G_{inc}}{G^*}\right) * PR$$

Donde P^* equivale a la potencia pico de la instalación, G_{inc} se corresponde con la irradiación anual incidente sobre la superficie el generador, G^* indica la irradiación con la que se determina la potencia nominal de las células y generadores fotovoltaicos (1000W/m^2) y PR equivale al *performance ratio* de la instalación, tal y como se define en el apartado 1.3.

1.1 Potencia pico del generador fotovoltaico (P*)

Es la potencia máxima que entrega el generador en las condiciones estándar de medida (1000W/m^2 de irradiación solar, 25º C de temperatura de célula, distribución espectral 1,5 AM e incidencia normal). La potencia pico instalada en la planta es de 5.983.000 Wp.

1.2 Radiación sobre superficie horizontal (Ga(0))

La irradiación anual incidente en la superficie del generador puede expresarse como el producto de los siguientes parámetros:

$$Ginc = Ga(0) * Ganancia$$

Donde Ga(0) es la irradiación anual incidente sobre una superficie horizontal y Ganancia es el incremento de irradiación que incide en la superficie del módulo con respecto a la superficie horizontal.

Para determinar la irradiación media anual incidente en una superficie horizontal en el emplazamiento objeto de análisis, se evalúan las fuentes de información de irradiación solar disponibles en la zona, según muestra la siguiente tabla:

Tabla 1: Irradiación horizontal

BASE DE DATOS	Irradiación media horizontal (kWh/m^2 día)
PVSYST	1.637

1.2.1 GANANCIA NETA

La irradiación incidente sobre el generador depende de las condiciones climatológicas del emplazamiento y de la disposición del generador. En el presente estudio el generador estará situado sobre un seguidor de un eje.

Se ha realizado una simulación del recurso solar con la aplicación informática **PVSYST**. El citado programa es habitualmente empleado en el sector y cuenta con los principales parámetros que permiten particularizar los resultados en función de los equipos de la instalación, la ubicación y la orografía del emplazamiento, entre

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929

otros. A partir de los resultados obtenidos se ha estimado una **ganancia generada para la estructura con seguidores en el generador de un 30,3% con respecto al plano horizontal.**

1.3 Dimensionamiento de strings

El dimensionamiento de los strings se realizará de forma que se evite sobrepasar el nivel de tensión máximo del sistema, que es 1.500 VDC, y que además se opere dentro de los rangos nominales del inversor.

El valor de tensión de los paneles fotovoltaicos depende de la temperatura ambiente y de la irradiancia, así pues, habrá que tener en consideración estos dos datos conjuntamente para determinar el caso más favorable con los datos meteorológicos disponibles. Este valor de tensión es máximo cuando el circuito está abierto, es decir, cuando empieza a llegar irradiación a los paneles, pero no se genere la suficiente potencia como para que el inversor se ponga en funcionamiento. Una vez alcanzado un nivel de irradiación suficiente para comenzar a producir, el inversor buscará el punto de máxima potencia de los paneles. En este punto de funcionamiento a máxima potencia la tensión siempre es inferior a la de circuito abierto.

Los valores de tensión de circuito abierto para una temperatura de célula de 25° C son los siguientes:

Irradiación (W/m²)	50	200	400	600	800	1.000
V_{OC} (V)	44.3	46.8	48	48.8	49.3	49.7

Estos valores de tensión se ven afectados, como se ha mencionado anteriormente, por el valor de temperatura de célula, que a su vez depende de la irradiación y de la temperatura ambiente. Las temperaturas ambiente mínimas, que es el caso más desfavorable, para los anteriores casos de irradiación se obtienen mediante bases de datos meteorológicas. El resultado se muestra en la tabla siguiente:

Irradiación (W/m²)	50	200	400	600	800	1.000
Tamb,min (° C)	-4.0	-2.4	-0.7	2.4	9.1	12.6

La temperatura de célula se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_{cel} = T_{amb} + \left(\frac{Irradiancia}{800}\right) \times (T_{NOCT} - 20)$$

La T_{NOCT} para el panel de este proyecto es 43° C, con esto, los resultados son:

Irradiación (W/m²)	50	200	400	600	800	1.000
Tcel (° C)	-2.58	3.35	10.81	19.61	32.12	41.37

Con las parejas de datos de la tabla anterior se puede corregir el valor de tensión en circuito abierto de los paneles fotovoltaicos. El valor de tensión corregido se calcula de la siguiente manera:

$$V_{OC,Tcell} = V_{OC,25°C}(Irradiancia) \times \left(1 + \frac{\beta(25 - T_{cel})}{100}\right)$$

donde β es un dato del panel fotovoltaico, en nuestro caso es -0,28%/° C

Irradiación (W/m²)	50	200	400	600	800	1.000
Tcel (° C)	-2.58	3.35	10.81	19.61	32.12	41.37
V'$_{OC}$ (V)	47.23	49.23	49.63	49.43	48.46	47.75

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129
VISADO

La tensión de circuito abierto más desfavorable es de 49,63 voltios, por lo tanto, para no sobrepasar el máximo de 1.500 V_{DC} admisible del sistema, el número máximo de módulos que forman los strings es:

$$n_{modulos,max} = \frac{1.500}{49,63} = 30,22 \rightarrow \mathbf{30\ m\acute{o}dulos}$$

El número de módulos por string elegido para este proyecto será de 30. Que en el caso más desfavorable daría un máximo de 1.489 V.

1.4 Performance ratio (PR)

El performance ratio es el factor de rendimiento global de la instalación que considera todas las pérdidas energéticas estimadas en la instalación fotovoltaica.

Las pérdidas energéticas consideradas en el cálculo del PR de la planta fotovoltaica son las siguientes:

1.4.1 PÉRDIDAS ANGULARES Y ESPECTRALES (IAM)

La potencia nominal de un módulo fotovoltaico está referida a unas condiciones estándar de medida, STC, que además de 1000W/m² de irradiancia y 25ºC de temperatura de célula, implican una incidencia normal y un espectro estándar (AM 1.5) durante todo el tiempo de operación. La desviación de este último efecto de la idealidad supuesta implica una reducción en la producción que debe ser tenida en consideración a la hora de determinar la producción anual de una instalación fotovoltaica como la que nos ocupa.

1.4.1.1 Reflectancia angular

La irradiación que finalmente recibe el módulo disminuye debido a la reflexión de los rayos solares cuando atraviesan dos superficies con diferentes índices de refracción. En nuestro caso, el cristal anti reflectante del módulo y la propia célula solar. El valor de la irradiación que se refleja se calcula mediante la Ley de Fresnel. La figura siguiente muestra el fenómeno descrito:

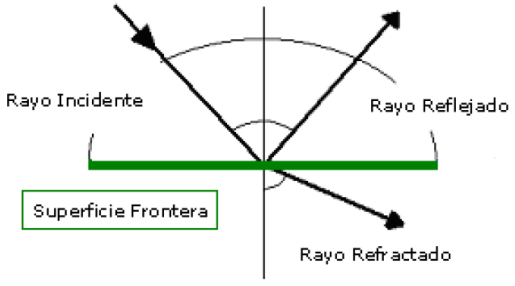


Ilustración 1: Fenómeno de reflexión de la luz

No existe reflexión cuando el ángulo de incidencia con la superficie del módulo es exactamente 90º. Adicionalmente las pérdidas angulares se incrementan con el grado de suciedad.

Actualmente, con el fin de minimizar las pérdidas asociadas a la reflexión acaecida en la cubierta frontal de los módulos, los principales suministradores están empleando vidrios texturizados. De esta manera se

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929
VISADO

consigue que la cantidad de luz reflejada por la superficie sea menor, mejorándose así el rendimiento del dispositivo.

1.4.1.2 Reflectancia espectral

Los dispositivos semiconductores son espectralmente selectivos, es decir, la corriente generada es diferente para cada longitud de onda del espectro solar de la radiación incidente (respuesta espectral).

La variación horaria y estacional del espectro solar respecto del espectro solar normalizado afecta al comportamiento de las células fotovoltaicas dando lugar a ganancias o pérdidas en la conversión.

1.4.2 PÉRDIDAS POR TEMPERATURA

Las características técnicas de un módulo solar se facilitan para unas condiciones estándares de medida:

Tabla 2: Condiciones Estándares de medida

Radiación	1.000 W/m^2
Distribución espectral	1,5 AM
Temperatura de célula	25°C

La producción es proporcional a la intensidad de radiación, la distribución espectral tiene una influencia significativa en la potencia suministrada y por último la temperatura influye en el voltaje de circuito abierto del módulo de forma negativa.

Determinación de la temperatura de trabajo de un módulo. Conociendo la disminución de potencia por ºC de aumento, nos queda determinar la temperatura de trabajo del módulo fotovoltaico. El dato facilitado por el fabricante es el TONC (Temperatura de Operación Nominal de la Célula) que se define como la temperatura que alcanza el módulo solar cuando es sometido a las siguientes condiciones:

Tabla 3: Condiciones de operación de célula

Radiación	800 W/m^2
Distribución espectral	1,5 AM
Temperatura de célula	20°C
Velocidad del viento	1 m/s

La temperatura en una célula depende exclusivamente de la temperatura ambiente y de la intensidad de radiación solar.

$$T_c - T_{amb} = C * G_{cm}(\alpha, \beta)$$

Donde “C” es una constante con el siguiente valor:

$$C = \frac{TONC\ (℃) - 20}{800\ W/m^2}$$

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERENA Colegiado nº 0021929
VISADO

1.4.3 PÉRDIDAS POR DISPERSIÓN O NO CUMPLIMIENTO DE LA POTENCIA NOMINAL

A pesar de que los módulos se producen mediante un proceso industrial, no son todos idénticos, ya que se componen de células fotovoltaicas que son por definición distintas unas de otras.

Esto implica que el valor de la potencia que pueden entregar de modo individual, referida a las condiciones estándar de referencia, STC, va a presentar una distorsión. Ésta se encuentra dentro de un margen que oscila desde el ±3% hasta el ±10% sobre su potencia nominal, aunque actualmente todas las tolerancias son positivas.

1.4.4 PÉRDIDAS POR NO UNIFORMIDAD O "MISMATCH"

Las pérdidas por mismatch o conexionado son pérdidas energéticas causadas al realizar la conexión entre módulos con distinto valor de potencia.

Cuando se conectan un conjunto de módulos en serie se va a producir una limitación sobre la corriente de la serie, ya que el panel que disponga de menor potencia de todos los conectados no va a permitir que circulen más amperios que los máximos que él pueda dar.

Del mismo modo, cuando se realice la conexión en paralelo, el de menor potencia limitará la tensión máxima del conjunto. Así, la potencia de un generador fotovoltaico será inferior a la suma de las potencias de cada uno de los módulos que lo componen.

1.4.5 PÉRDIDAS POR SOMBREADO

Un sistema fotovoltaico suele estar condicionado por la presencia de sombras en determinadas horas del día. En un sistema con seguimiento es complicado que algún momento se generen sombras de unos elementos sobre otros por tener implementado el sistema de Backtracking.

Estas sombras generan unas pérdidas energéticas causadas por un lado por la disminución de captación de irradiación solar (al existir menor irradiación, la potencia generada disminuye) y, por otro, por los posibles efectos de mismatch a las que estas puedan dar lugar al afectar a la potencia individual de un panel o a la de un conjunto de paneles.

1.4.6 PÉRDIDAS POR POLVO O SUCIEDAD

Sobre la superficie del panel instalado en la intemperie, será inevitable que se vaya depositando el polvo y la suciedad. Esta deposición puede dar lugar a una disminución en la corriente y tensión producida por el panel.

Estas pérdidas dependen del lugar de la instalación y de la frecuencia de las lluvias. En la práctica esto se suma a la aparición de puntos de suciedad localizada que van a dar lugar a un aumento de las pérdidas de mismatch y a las pérdidas por formación de puntos calientes.

1.4.7 PÉRDIDAS POR CAÍDAS ÓHMICAS EN EL CABLEADO

Tanto en la zona de CC como en la parte de CA de la instalación se producen unas pérdidas energéticas originadas por las caídas de tensión cuando una determinada corriente circula por un conductor de un material

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA. Colegiado nº 082529
VISADO

y sección determinados. Estas pérdidas se van a reducir durante la fase de diseño, mediante un correcto dimensionado, siendo necesario un equilibrio entre el coste extra de la instalación producido por un incremento en la sección de los cables y la reducción de las pérdidas de potencia en el generador fotovoltaico.

1.4.8 PÉRDIDAS EN INVERSOR

El inversor fotovoltaico de conexión a red es un dispositivo electrónico que presenta unas determinadas pérdidas en sus componentes de conmutación. Es importante una selección adecuada de la potencia del inversor en función de la potencia del generador.

El inversor opera directamente conectado al generador y dispone de un dispositivo electrónico de seguimiento del punto de máxima potencia (que varía en función de las condiciones ambientales de irradiancia y temperatura) cuyos algoritmos de control pueden variar entre diferentes modelos y fabricantes.

1.4.8.1 Pérdidas por rendimiento de conversión DC/AC

El funcionamiento de los inversores se define mediante una curva de rendimiento en función de cuál sea la potencia de operación. Es muy importante seleccionar un inversor de alto rendimiento en condiciones nominales de operación, hecho que normalmente va a ir ligado a una selección adecuada de la potencia del inversor en función de la potencia del generador.

Además de su diseño interno y características constructivas el rendimiento del inversor viene determinado por la utilización o no en el equipo de un transformador de aislamiento galvánico.

1.4.8.2 Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT)

Los inversores se caracterizan por trabajar con una curva de rendimiento en función de la potencia, de modo que será esencial conseguir el seguimiento del punto de máxima potencia definido como el cociente entre la energía que el inversor es capaz de extraer del generador y la energía que se extraería en un seguimiento ideal.

En condiciones normales de operación se van a producir interferencias sobre la potencia producida por el generador. Por ejemplo, la presencia de sombras o la aparición de suciedades va a provocar escalones en la curva I-V de la célula, y por tanto del generador, y por ello, el inversor va a pasar a operar en un punto que no es el de máxima potencia.

1.4.9 PÉRDIDAS DESPUÉS DEL INVERSOR (ELÉCTRICAS)

1.4.9.1 Pérdidas por caídas óhmicas en el cableado de CA

Tanto en la zona de CC como en la parte de CA de la instalación se producen unas pérdidas energéticas originadas por las caídas de tensión cuando una determinada corriente circula por un conductor de un material y sección determinados. Estas pérdidas se van a reducir durante la fase de diseño, mediante un correcto dimensionado, siendo necesario un equilibrio entre el coste extra de la instalación producido por un incremento en la sección de los cables y la reducción de las pérdidas de potencia en el generador fotovoltaico.

1.4.9.2 Pérdidas en Medida y Transformación

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 00121629

Una vez leída la energía generada por los contadores, se deberá corregir teniendo en cuenta las pérdidas de los transformadores y de la línea de media tensión.

Según lo señalado por la empresa eléctrica distribuidora, las pérdidas de interconexión a red serán aquellas que van desde los contadores individuales de los generadores hasta el punto de entronque, englobando pérdidas de los transformadores y la línea de media tensión.

1.4.10 DESCRIPCIÓN DE PÉRDIDAS GENERALES EN PLANTA

1.4.10.1 Disponibilidad

Durante la operación es necesario realizar una serie de trabajos relacionados con el mantenimiento preventivo de la instalación. Esto puede ocasionar la parada de elementos de la instalación. Del mismo modo, se producirán averías o condiciones de mal funcionamiento de los equipos que habrá que sustituirlos o repararlos lo más rápido posible.

1.4.10.2 Pérdida de producción de módulos (Degradación)

El proceso de degradación que sufre una célula consta de dos etapas diferenciadas. En una etapa inicial se produce una degradación de la célula debido a la exposición a la irradiación después de su fabricación. En una segunda etapa, mucho más larga, se produce una degradación del módulo en su conjunto por la acción de los condicionantes ambientales.

No obstante, para estimar correctamente la disminución en producción por degradación de los materiales constituyentes del módulo sería necesario disponer de la curva de degradación del dispositivo fotovoltaico empleado realizada o comprobada por un laboratorio independiente reconocido en el sector fotovoltaico.

1.5 Producción anual estimada

La energía neta exportada durante **el primer año de operación** se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 4: Producción de energía

Irradiación Anual Horizontal (kWh/m²)	1.637
Ganancia	30,3%
Irradiación Global Incidente (kWh/m²)	2133,1
PR_T (%)	87,97
Horas Equivalentes, HES [kWh/kWp]	1.876
Producción de la Instalación (MWh/año)	11.227

1.6 Informe de PVsyst

Se adjunta a continuación el informe de resultados obtenidos tras la simulación realizada con el software PVsyst.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PVsyst V8.0.13

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Betula y Nenufar - Arroyo de la Encomienda 13kV

Variant: Ra0 Betula - 5.9/5.7/5MW - Trina 720 - Tracker 2P 10m - PowEle FS1910K

Trackers single array, with backtracking

System power: 5983 kWp

Simancas - Spain

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Author
RIC SUN ESPAÑA S.L.U. (Spain)

Project: Betula y Nenufar - Arroyo de la Encomienda 13kV

Variant: Ra0 Betula - 5.9/5.7/5MW - Trina 720 - Tracker 2P 10m - PowEle FS1910K

PVsyst V8.0.13
VCB, Simulation date:
02/07/25 14:52
with V8.0.13

RIC SUN ESPAÑA S.L.U. (Spain)

Project summary

Geographical Site
Simancas
Spain

Situation
Latitude 41.61 °(N)
Longitude -4.83 °(W)
Altitude 739 m
Time zone UTC+1

Project settings
Albedo 0.20

Weather data
Simancas
Meteonorm 8.1 (1996-2015) - Synthetic

System summary

Grid-Connected System
Simulation for year no 1

Trackers single array, with backtracking

Orientation #1
Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °
Phi min / max. -/+ 55 °
Diffuse shading all trackers
Tracking algorithm
Irradiance optimization
Backtracking activated
Wind stow
Wind speed threshold 12 m/s
Wind stow position 0 °

Near Shadings
According to strings : Fast (table)
Electrical effect 80 %

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array
Nb. of modules 8310 units
Pnom total 5983 kWp

Inverters
Nb. of units 3 units
Total power 5730 kVA
Grid power limit 5000 kWac
Grid lim. Pnom ratio 1.197

Results summary

Produced Energy	11227 MWh/year	Specific production	1876 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	87.97 %
Apparent energy	11227 MVAh/year			Bifacial perf. ratio	84.90 %

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Horizon definition 6
Near shading definition - Iso-shadings diagram 7
Main results 8
Loss diagram 9
Predef. graphs 10

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Project: Betula y Nenufar - Arroyo de la Encomienda 13kV

Variant: Ra0 Betula - 5.9/5.7/5MW - Trina 720 - Tracker 2P 10m - PowEle FS1910K

PVsyst V8.0.13
VCB, Simulation date:
02/07/25 14:52
with V8.0.13

RIC SUN ESPAÑA S.L.U. (Spain)

General parameters

Grid-Connected System — **Trackers single array, with backtracking**

Orientation #1

Tracking plane, horizontal N-S axis	
Axis azimuth	0 °
Phi min / max.	-/+ 55 °
Diffuse shading	all trackers
Tracking algorithm	
Irradiance optimization	
Backtracking activated	
Wind stow	
Wind speed threshold	12 m/s
Wind stow position	0 °

Field properties

Nb. of trackers	27 units
Tracking plane, horizontal N-S axis	
Sizes	
Tracker Spacing	10.00 m
Sensitive width	4.79 m
Average GCR	47.9 %
Backtracking limit angle	
Phi limits	+/- 61.4 °
Backtracking parameters	
Backtracking pitch	10.00 m
Backtracking width	4.79 m
Left inactive band	0.00 m
Right inactive band	0.00 m
GCR Backtracking	47.9 %
Parameters choice:Automatic	

Models used

Transposition	Perez
Diffuse	Perez, Meteonorm
Circumsolar	separate

Horizon
Average Height 2.0 °

Near Shadings
According to strings : Fast (table)
Electrical effect 80 %

User's needs
Unlimited load (grid)

Bifacial system definition
Orientation #1
Bifacial system
Model Unlimited Trackers 2D model
Bifacial model geometry

Tracker Spacing	10.00 m
Tracker width	4.79 m
GCR	47.9 %
Axis height above ground	2.35 m
Nb. of sheds	27 units
Bifacial model definitions	
Ground albedo	0.20
Bifaciality factor	80 %
Rear shading factor	0.0 %
Rear mismatch loss	3.1 %
Shed transparent fraction	3.8 %

Grid injection point
Grid power limitation
Active power 5000 kWac
Pnom ratio 1.197
Limit applied at the injection point

Power factor
Cos(phi) (lagging) 0.950

PV Array Characteristics

PV module
Manufacturer Trina solar
Model TSM-NEG-21C-20-720 Vertex
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power	720 Wp
Number of PV modules	8310 units
Nominal (STC)	5983 kWp
Modules	277 string x 30 in series

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Project: Betula y Nenufar - Arroyo de la Encomienda 13kV

Variant: Ra0 Betula - 5.9/5.7/5MW - Trina 720 - Tracker 2P 10m - PowEle FS1910K

PVsyst V8.0.13
VCB, Simulation date:
02/07/25 14:52
with V8.0.13

RIC SUN ESPAÑA S.L.U. (Spain)

PV Array Characteristics

PV module
At operating cond. (50°C)
Pmpp 5553 kWp
U mpp 1135 V
I mpp 4892 A

Inverter
Manufacturer Power Electronics
Model FS1910K_600V_20211001_Preliminary
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 1910 kVA
Number of inverters 3 units
Total power 5730 kVA
Operating voltage 849-1500 V
Pnom ratio (DC:AC) 1.04
Leading limit Cos(phi) min 1.000
Lagging limit Cos(phi) min 1.000

Total PV power
Nominal (STC) 5983 kWp
Total 8310 modules
Module area 25814 m²

Total inverter power
Inverter PNom limit defined as apparent power
Total power 5730 kVA
Number of inverters 3 units
Pnom ratio 1.04

Array losses

Array Soiling Losses
Average loss Fraction 1.3 %

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.5%	2.0%	2.0%	2.0%	1.5%	1.0%	1.0%	1.0%

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 31.0 W/m²K
Uv (wind) 1.6 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 2.5 mΩ
Loss Fraction 1.00 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 1.0 %

Module Quality Loss
Loss Fraction 0.00 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 1.00 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.30 %

Module average degradation
Year no 1
Loss factor 0.4 %/year
Imp / Vmp contributions 50% / 50%
Mismatch due to degradation
Imp RMS dispersion 0.4 %/year
Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.963	0.892	0.814	0.679	0.438	0.000

System losses

Unavailability of the system
Time fraction 0.5 %
1.8 days,
3 periods

Auxiliaries loss
Proportional to Power 5.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage	600 Vac tri
Loss Fraction	0.10 % at PNom
Global System	
Wire section	Copper 3 x 4000 mm²
Wires length	13 m

MV line up to Injection

MV Voltage	13.2 kV
Average each transformer	
Wires	Copper 3 x 120 mm²
Length	1750 m
Loss Fraction	0.30 % at PNom

AC losses in transformers

MV transfo

Medium voltage	13.2 kV		
One transfo parameters		Operating losses at PNom (full system)	
Nominal power at PNom	1.91 MVA	Nb. identical MV transfos	3
Iron Loss (24/24 Connexion)	0.96 kVA	Nominal power at PNom	5.73 MVA
Iron loss fraction	0.05 % at PNom	Iron loss (24/24 Connexion)	2.87 kVA
Copper loss	9.55 kVA	Copper loss	28.65 kVA
Copper loss fraction	0.50 % at PNom		
Coils equivalent resistance	3 x 0.94 mΩ		

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Horizon definition

Horizon from PVGIS website API, Lat=41°36'21", Long=-4°49'56", Alt=739m

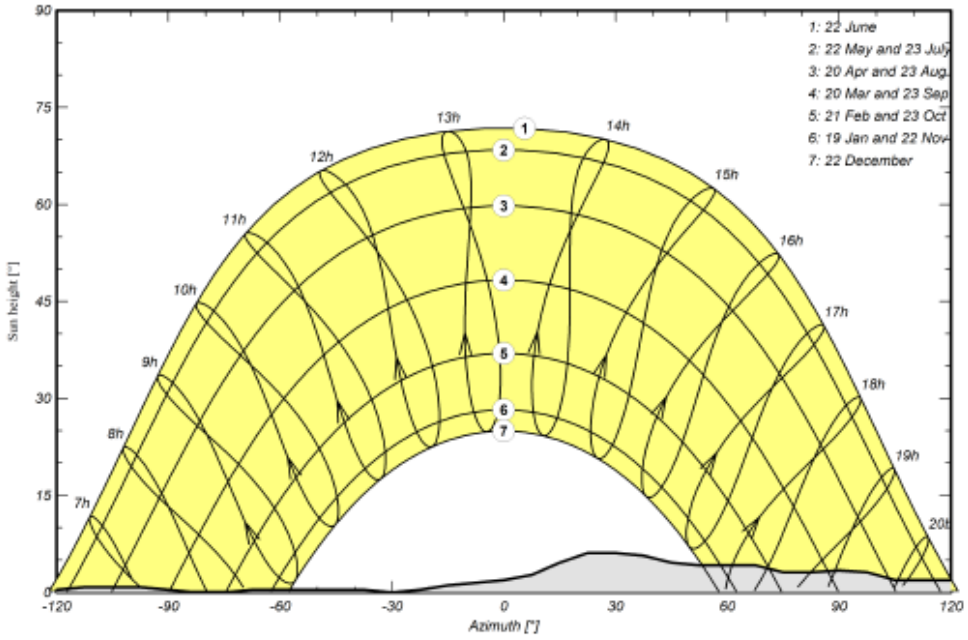
Average Height	2.0 °	Albedo Factor	0.00
Diffuse Factor	1.00	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-98	-90	-83	-75
Height [°]	1.9	1.5	1.5	1.9	1.9	1.5	1.5	0.4	0.4	0.8	0.8	0.4	0.0	0.0
Azimuth [°]	-68	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38	45	53
Height [°]	0.4	0.4	0.0	0.4	1.1	1.5	1.9	2.7	4.6	6.1	6.1	5.7	4.6	4.2
Azimuth [°]	68	75	83	90	98	105	120	128	135	143	150	158	180	
Height [°]	4.2	3.1	3.1	3.4	3.1	1.9	1.9	1.5	1.1	1.5	1.1	1.9	1.9	

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

Orientation #1



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PVsyst V8.0.13
VCB, Simulation date:
02/07/25 14:52
with V8.0.13

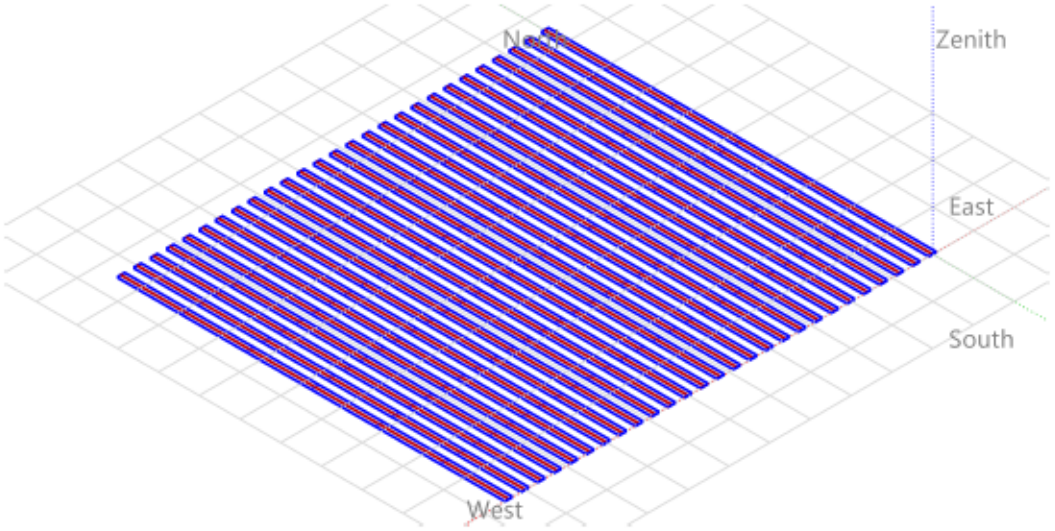
Project: Betula y Nenufar - Arroyo de la Encomienda 13kV

Variant: Ra0 Betula - 5.9/5.7/5MW - Trina 720 - Tracker 2P 10m - PowEle FS1910K

RIC SUN ESPAÑA S.L.U. (Spain)

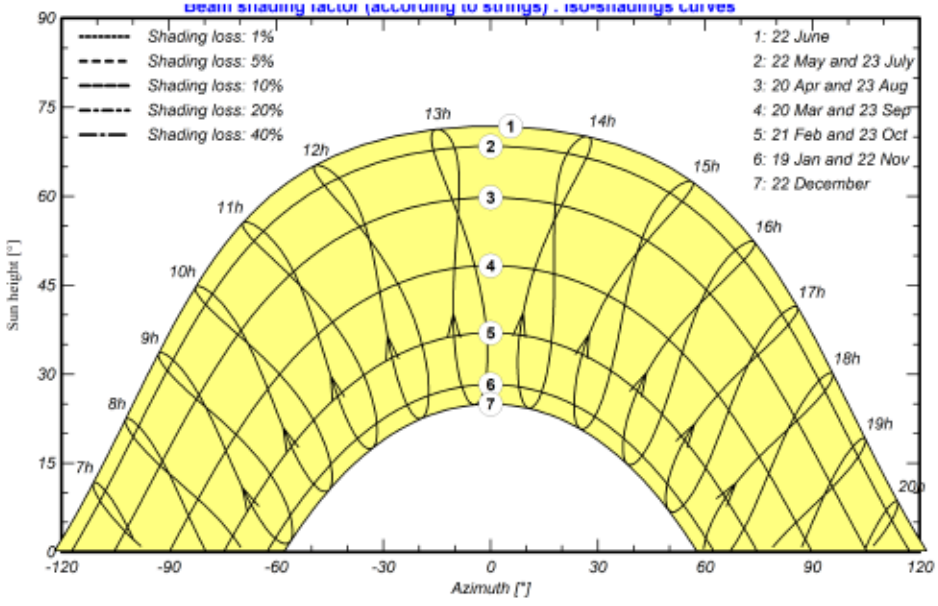
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1 -



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Project: Betula y Nenufar - Arroyo de la Encomienda 13kV

Variant: Ra0 Betula - 5.9/5.7/5MW - Trina 720 - Tracker 2P 10m - PowEle FS1910K

PVsyst V8.0.13
VCB, Simulation date:
02/07/25 14:52
with V8.0.13

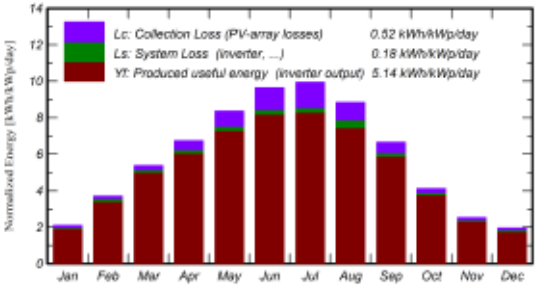
RIC SUN ESPAÑA S.L.U. (Spain)

Main results

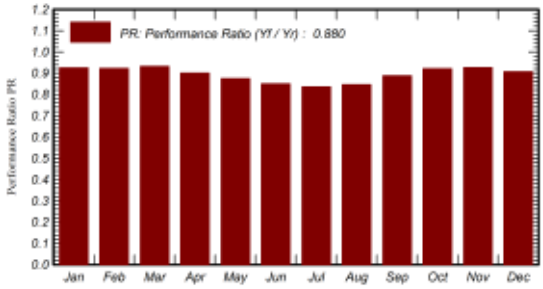
System Production

Produced Energy (P50)	11227 MWh/year	Specific production (P50)	1876 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	87.97 %
Produced Energy (P90)	10930 MWh/year	Specific production (P90)	1827 kWh/kWp/year	Bifacial perf. ratio	84.90 %
Produced Energy (P95)	10847 MWh/year	Specific production (P95)	1813 kWh/kWp/year		
Apparent energy	11227 MVAh/year				

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	51.1	25.23	3.64	65.1	60.7	372	360	0.925
February	79.6	33.23	4.95	103.9	98.7	601	573	0.923
March	128.6	47.62	8.28	166.7	159.8	958	930	0.932
April	158.1	61.41	10.72	202.5	195.0	1124	1091	0.900
May	200.4	71.80	14.97	259.2	248.9	1398	1357	0.875
June	221.1	58.80	19.91	289.7	277.7	1521	1475	0.851
July	235.6	56.96	22.80	308.4	296.0	1589	1541	0.835
August	205.8	58.35	22.51	273.9	261.8	1464	1386	0.846
September	151.3	45.43	18.12	199.6	191.1	1093	1060	0.888
October	99.9	43.91	13.24	127.7	121.7	724	704	0.921
November	59.0	28.69	7.12	75.9	71.1	434	421	0.927
December	46.6	21.41	4.26	60.6	56.4	346	329	0.907
Year	1637.3	552.85	12.59	2133.1	2038.8	11622	11227	0.880

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PVsyst V8.0.13
VCB, Simulation date:
02/07/25 14:52
with V8.0.13

Project: Betula y Nenufar - Arroyo de la Encomienda 13kV

Variant: Ra0 Betula - 5.9/5.7/5MW - Trina 720 - Tracker 2P 10m - PowEle FS1910K

RIC SUN ESPAÑA S.L.U. (Spain)

Loss diagram

1637 kWh/m²		Global horizontal irradiation
	+30.3%	Global incident in coll. plane
	-0.3%	*Far Shadings / Horizon*
	-1.5%	*Near Shadings: irradiance loss*
	-1.5%	*Soiling loss factor*
	-1.4%	*IAM factor on global*
	+0.2%	*Ground reflection on front side*
Bifacial		
Global incident on ground		
675 kWh/m² on 53914 m²		
	-80.0% (0.20 Gnd. albedo)	*Ground reflection loss*
	-70.4%	*View Factor for rear side*
	+16.9%	*Sky diffuse on the rear side*
	+0.0%	*Beam effective on the rear side*
	0.0%	*Shadings loss on rear side*
(2039 + 0.80 * 96.3) kWh/m²	4.7%	Global Irradiance on rear side (96 kWh/m²)
* 25814 m² coll.		Effective irradiation on collectors
efficiency at STC = 23.20%		*PV conversion, Bifaciality factor = 0.80*
12592 MWh		Array nominal energy (at STC effic.)
	0.0%	*Module Degradation Loss (for year #1)*
	-0.1%	*PV loss due to irradiance level*
	-2.3%	*PV loss due to temperature*
	0.0%	*Shadings: Electrical Loss acc. to strings*
	-1.0%	*LID - Light induced degradation*
	-1.3%	*Mismatch loss, modules and strings*
	-0.1%	*Mismatch for back irradiance*
	-0.7%	*Ohmic wiring loss*
11842 MWh		Array virtual energy at MPP
	-1.5%	*Inverter Loss during operation (efficiency)*
	-0.1%	*Inverter Loss over nominal inv. power*
	0.0%	*Inverter Loss due to max. input current*
	0.0%	*Inverter Loss over nominal inv. voltage*
	0.0%	*Inverter Loss due to power threshold*
	0.0%	*Inverter Loss due to voltage threshold*
	0.0%	*Night consumption*
11643 MWh		Available Energy at Inverter Output
	-0.5%	*Auxiliaries (fans, other)*
	-0.1%	*AC ohmic loss*
	-0.5%	*Medium voltage transfo loss*
	-0.2%	*MV line ohmic loss*
	-0.5%	*System unavailability*
	-1.9%	*Unused energy (grid limitation)*
11227 MWh		Active Energy injected into grid
0 MVARh		*Reactive energy to the grid, Yearly effective cos(Phi) = 1.000*
11227 MVAh		Apparent energy to the grid

PVsyst V8.0.13
VCB, Simulation date:
02/07/25 14:52
with V8.0.13

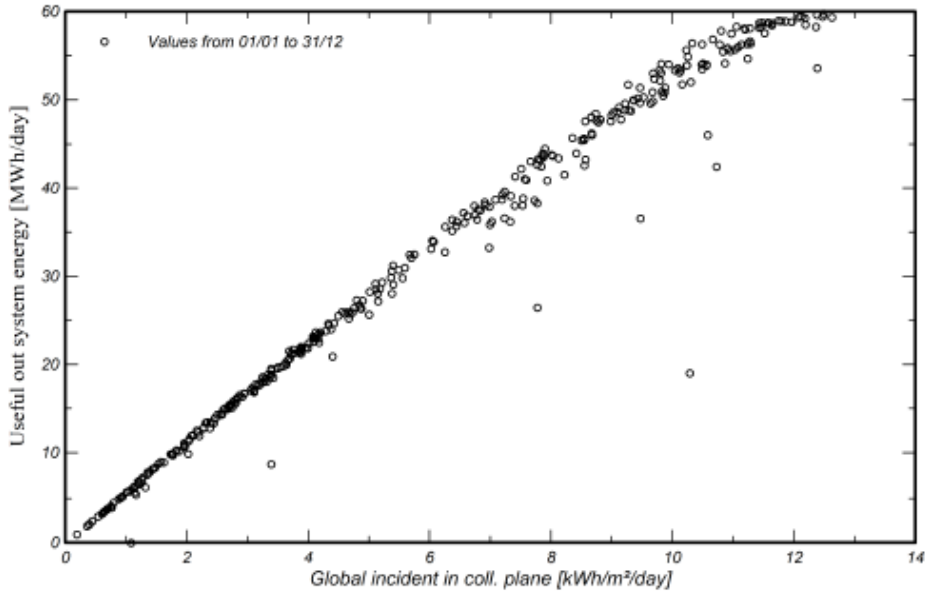
Project: Betula y Nenufar - Arroyo de la Encomienda 13kV

Variant: Ra0 Betula - 5.9/5.7/5MW - Trina 720 - Tracker 2P 10m - PowEle FS1910K

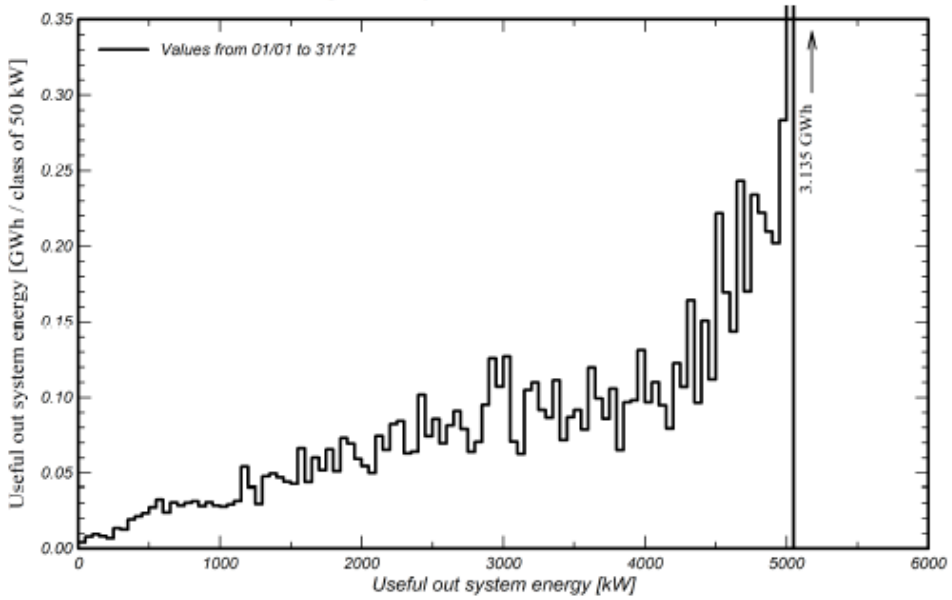
RIC SUN ESPAÑA S.L.U. (Spain)

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

2 CÁLCULOS INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN

2.1 Cálculo de cableado

2.1.1 INTENSIDADES

La Intensidad se determina por aplicación de las siguientes expresiones:

TIPO DE CORRIENTE		
CONTINUA	ALTERNA	
	MONOFASICA	TRIFASICA
$I = \frac{P}{V}$	$I = \frac{P}{V \cdot cos\varphi}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot cos\varphi}$
V: Tensión en voltios (V) V_L: Tensión de línea en voltios (V) I: Intensidad en Amperios (A)	P: Potencia en watios (W) Cos φ: Factor de potencia	

2.1.2 SECCIÓN

Para determinar la sección de los cables utilizaremos tres métodos de cálculo distintos:

- Calentamiento
- Limitación de la caída de tensión en cada tramo
- Intensidades y tiempo de cortocircuito (Solo para corriente alterna)

Se adoptará la sección nominal más desfavorable de las tres resultantes.

2.1.2.1 Cálculo de la sección por calentamiento

Aplicaremos para el cálculo por calentamiento lo expuesto en la norma UNE-HD 60364-5-52. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas C-52.1 bis y C.52.2 bis. En función del método de instalación adoptado de la tabla A-52.3, determinaremos el método de referencia, que en función del tipo de cable nos indicará la tabla de intensidades máximas que hemos de utilizar.

La intensidad máxima admisible se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc., que generalmente reducen su valor. Hallaremos el factor por temperatura ambiente a partir de la tabla B-52.14 bis y con la B.52.15 bis la temperatura del terreno. El factor por agrupamiento, de las tablas C.52.3. Si el cable está expuesto al sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, aplicaremos directamente un 0,9.

Para el cálculo de la sección, se dividirá la intensidad de cálculo por el producto de todos los factores correctores, seleccionando en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante, Para determinar la intensidad máxima admisible del cable, se buscará en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y se multiplicará por el producto de los factores correctores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

2.1.2.2 Método de los momentos eléctricos

Este método permitirá limitar la caída de tensión en toda la línea a 3,00%. Para ejecutarlo utilizaremos la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\lambda}{K * e * U_n} \; ; \; \lambda = \sum (L_i * P_i)$$

Siendo: U_n = Tensión entre fases (V)

2.1.3 CAÍDA DE TENSIÓN

Se adjunta resumen de cálculos de Caída de Tensión y Pérdidas de Potencia del Cable de String:

Tabla 5: Caída de tensión y pérdida de potencia desde el campo solar hasta las cajas de conexión

CALCULO DE CABLEADO DE STRINGS														
String ID	Longitud (m)	Sección (mm2)	Ib (A)	Tensión (V)	K1	K2	K3	k4	Derating	Iz (A)	ΔV (V)	V (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)
STR.01.01.01	118	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.5	0.61%	144	0.61%
STR.01.01.02	118	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.5	0.60%	143	0.60%
STR.01.01.03	110	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.0	0.57%	135	0.57%
STR.01.01.04	110	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.0	0.56%	134	0.56%
STR.01.01.05	24	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.5	0.12%	29	0.12%
STR.01.01.06	24	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.5	0.12%	29	0.12%
STR.01.01.07	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.01.01.08	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.01.01.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.01.10	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.02.01	114	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.2	0.58%	139	0.58%
STR.01.02.02	113	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.2	0.58%	138	0.58%
STR.01.02.03	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	32	0.14%
STR.01.02.04	26	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.6	0.13%	32	0.13%
STR.01.02.05	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.01.02.06	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.01.02.07	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.01.02.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.02.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.02.10	25	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.6	0.13%	30	0.13%
STR.01.02.11	25	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.6	0.13%	31	0.13%
STR.01.03.01	149	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.5	0.76%	182	0.76%
STR.01.03.02	148	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.4	0.76%	181	0.76%
STR.01.03.03	105	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.7	0.54%	128	0.54%
STR.01.03.04	215	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	7.9	0.64%	151	0.64%
STR.01.03.05	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.01.03.06	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.01.03.07	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.01.03.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.03.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.03.10	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	39	0.16%
STR.01.03.11	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.1	0.17%	39	0.17%
STR.01.04.01	276	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	10.1	0.82%	194	0.82%

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CALCULO DE CABLEADO DE STRINGS														
String ID	Longitud (m)	Sección (mm2)	Ib (A)	Tensión (V)	K1	K2	K3	k4	Derating	Iz (A)	ΔV (V)	V (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)
STR.01.04.02	275	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	10.1	0.81%	194	0.81%
STR.01.04.03	232	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	8.5	0.69%	163	0.69%
STR.01.04.04	148	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.4	0.76%	180	0.76%
STR.01.04.05	147	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.3	0.75%	179	0.75%
STR.01.04.06	104	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.6	0.53%	126	0.53%
STR.01.04.07	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.01.04.08	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.01.04.09	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.01.04.10	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.04.11	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.05.01	111	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.0	0.57%	135	0.57%
STR.01.05.02	110	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.0	0.56%	134	0.56%
STR.01.05.03	67	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	4.2	0.34%	81	0.34%
STR.01.05.04	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.01.05.05	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.01.05.06	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.05.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.05.08	116	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.4	0.60%	142	0.60%
STR.01.05.09	117	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.4	0.60%	142	0.60%
STR.01.05.10	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.06.01	103	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.5	0.53%	126	0.53%
STR.01.06.02	102	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.5	0.53%	125	0.53%
STR.01.06.03	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.01.06.04	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.01.06.05	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.06.06	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.06.07	116	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.4	0.60%	142	0.60%
STR.01.06.08	117	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.4	0.60%	142	0.60%
STR.01.06.09	31	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	38	0.16%
STR.01.06.10	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	39	0.16%
STR.01.07.01	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.07.02	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.07.03	30	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.9	0.15%	36	0.15%
STR.01.07.04	30	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.9	0.16%	37	0.16%
STR.01.07.05	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.07.06	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.07.07	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.01.07.08	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	33	0.14%
STR.01.07.09	28	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	34	0.14%
STR.01.07.10	103	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.5	0.53%	125	0.53%
STR.01.08.01	143	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.0	0.73%	174	0.73%
STR.01.08.02	142	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.0	0.73%	173	0.73%
STR.01.08.03	98	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.2	0.50%	120	0.50%
STR.01.08.04	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.01.08.05	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.01.08.06	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.01.08.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.08.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.08.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.08.10	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CALCULO DE CABLEADO DE STRINGS														
String ID	Longitud (m)	Sección (mm2)	Ib (A)	Tensión (V)	K1	K2	K3	k4	Derating	Iz (A)	ΔV (V)	V (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)
STR.01.09.01	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.01.09.02	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.09.03	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.09.04	114	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.2	0.58%	139	0.58%
STR.01.09.05	31	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	38	0.16%
STR.01.09.06	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	38	0.16%
STR.01.09.07	111	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.1	0.57%	135	0.57%
STR.01.09.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.09.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.01.09.10	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.02.01.01	106	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.7	0.54%	129	0.54%
STR.02.01.02	105	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.7	0.54%	128	0.54%
STR.02.01.03	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	33	0.14%
STR.02.01.04	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	32	0.14%
STR.02.01.05	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.02.01.06	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.02.01.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.01.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.01.09	114	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.2	0.58%	139	0.58%
STR.02.01.10	115	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.3	0.59%	140	0.59%
STR.02.02.01	36	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.3	0.19%	44	0.19%
STR.02.02.02	36	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.3	0.18%	43	0.18%
STR.02.02.03	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.02.02.04	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.02.02.05	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.02.06	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.02.07	118	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.5	0.60%	143	0.60%
STR.02.02.08	118	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.5	0.61%	144	0.61%
STR.02.02.09	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.1	0.17%	39	0.17%
STR.02.02.10	33	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.1	0.17%	40	0.17%
STR.02.03.01	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.02.03.02	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.02.03.03	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.03.04	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.03.05	28	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.8	0.14%	34	0.14%
STR.02.03.06	28	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.8	0.15%	35	0.15%
STR.02.03.07	25	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.6	0.13%	31	0.13%
STR.02.03.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.03.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.03.10	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.02.04.01	106	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.7	0.54%	129	0.54%
STR.02.04.02	105	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.7	0.54%	128	0.54%
STR.02.04.03	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.02.04.04	92	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.8	0.47%	112	0.47%
STR.02.04.05	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.04.06	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.04.07	116	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.4	0.60%	142	0.60%
STR.02.04.08	117	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.4	0.60%	142	0.60%
STR.02.04.09	31	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	38	0.16%
STR.02.04.10	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	39	0.16%

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CALCULO DE CABLEADO DE STRINGS														
String ID	Longitud (m)	Sección (mm2)	Ib (A)	Tensión (V)	K1	K2	K3	k4	Derating	Iz (A)	ΔV (V)	V (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)
STR.02.05.01	103	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.5	0.53%	125	0.53%
STR.02.05.02	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	33	0.14%
STR.02.05.03	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	32	0.14%
STR.02.05.04	215	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	7.9	0.64%	151	0.64%
STR.02.05.05	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.05.06	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.05.07	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.02.05.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.05.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.05.10	31	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	38	0.16%
STR.02.06.01	230	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	8.4	0.68%	162	0.68%
STR.02.06.02	146	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.3	0.75%	178	0.75%
STR.02.06.03	145	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.75%	177	0.75%
STR.02.06.04	59	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	3.8	0.30%	72	0.30%
STR.02.06.05	59	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	3.7	0.30%	72	0.30%
STR.02.06.06	215	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	7.9	0.64%	151	0.64%
STR.02.06.07	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.06.08	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.06.09	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.02.06.10	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.06.11	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.07.02	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.07.03	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.07.04	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.02.07.05	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.07.06	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.07.07	372	16	38.4	2,478	2.08	2	1.44	2	1.50	96.6	17.9	1.44%	343	1.44%
STR.02.07.08	158	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	10.0	0.81%	192	0.81%
STR.02.07.09	116	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.3	0.59%	141	0.59%
STR.02.07.10	33	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.1	0.17%	40	0.17%
STR.02.07.11	33	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.1	0.17%	41	0.17%
STR.02.08.01	103	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.5	0.53%	125	0.53%
STR.02.08.02	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	33	0.14%
STR.02.08.03	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	32	0.14%
STR.02.08.04	215	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	7.9	0.64%	151	0.64%
STR.02.08.05	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.08.06	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.08.07	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.02.08.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.08.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.08.10	194	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	7.1	0.58%	137	0.58%
STR.02.08.11	195	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	7.2	0.58%	137	0.58%
STR.02.09.01	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.02.09.02	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.02.09.03	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.09.04	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.02.09.05	239	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	8.8	0.71%	168	0.71%
STR.02.09.06	156	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.9	0.80%	190	0.80%
STR.02.09.07	157	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	10.0	0.80%	191	0.80%
STR.02.09.08	115	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.3	0.59%	140	0.59%

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CALCULO DE CABLEADO DE STRINGS														
String ID	Longitud (m)	Sección (mm2)	Ib (A)	Tensión (V)	K1	K2	K3	k4	Derating	Iz (A)	ΔV (V)	V (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)
STR.02.09.09	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	39	0.16%
STR.02.09.10	33	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.1	0.17%	40	0.17%
STR.03.01.01	106	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.7	0.54%	129	0.54%
STR.03.01.02	105	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.7	0.54%	128	0.54%
STR.03.01.03	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	33	0.14%
STR.03.01.04	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	32	0.14%
STR.03.01.05	92	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	3.4	0.27%	65	0.27%
STR.03.01.06	92	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	3.4	0.27%	65	0.27%
STR.03.01.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.01.08	6	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	0.2	0.02%	4	0.02%
STR.03.01.09	114	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	4.2	0.34%	80	0.34%
STR.03.01.10	115	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.3	0.59%	140	0.59%
STR.03.02.01	54	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	3.4	0.28%	66	0.28%
STR.03.02.02	53	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	1.9	0.16%	37	0.16%
STR.03.02.03	102	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	3.8	0.30%	72	0.30%
STR.03.02.04	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	33	0.14%
STR.03.02.05	26	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.13%	32	0.13%
STR.03.02.06	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.03.02.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.02.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.02.09	31	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.9	0.16%	37	0.16%
STR.03.02.10	31	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	38	0.16%
STR.03.03.01	146	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.75%	177	0.75%
STR.03.03.02	145	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.74%	176	0.74%
STR.03.03.03	102	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.5	0.52%	124	0.52%
STR.03.03.04	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.03.05	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.03.06	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.03.03.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.03.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.03.09	111	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.0	0.57%	135	0.57%
STR.03.03.10	112	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.1	0.57%	136	0.57%
STR.03.04.01	230	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	8.4	0.68%	162	0.68%
STR.03.04.02	146	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.75%	177	0.75%
STR.03.04.03	145	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.74%	177	0.74%
STR.03.04.04	102	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.5	0.52%	124	0.52%
STR.03.04.05	27	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.14%	33	0.14%
STR.03.04.06	26	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.7	0.13%	32	0.13%
STR.03.04.07	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.04.08	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.03.04.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.04.10	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.05.01	184	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	11.7	0.94%	224	0.94%
STR.03.05.02	183	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	11.6	0.94%	223	0.94%
STR.03.05.03	215	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	7.9	0.64%	151	0.64%
STR.03.05.04	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.05.05	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.05.06	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.03.05.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.05.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CALCULO DE CABLEADO DE STRINGS														
String ID	Longitud (m)	Sección (mm2)	Ib (A)	Tensión (V)	K1	K2	K3	k4	Derating	Iz (A)	ΔV (V)	V (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)
STR.03.05.09	28	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.8	0.14%	34	0.14%
STR.03.05.10	28	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.8	0.15%	35	0.15%
STR.03.06.01	230	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	8.4	0.68%	162	0.68%
STR.03.06.02	146	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.75%	177	0.75%
STR.03.06.03	145	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.74%	177	0.74%
STR.03.06.04	102	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.5	0.52%	124	0.52%
STR.03.06.05	215	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	7.9	0.64%	151	0.64%
STR.03.06.06	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.06.07	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.06.08	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.03.06.09	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.06.10	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.07.01	224	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	8.2	0.66%	158	0.66%
STR.03.07.02	140	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.9	0.72%	170	0.72%
STR.03.07.03	139	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.8	0.71%	169	0.71%
STR.03.07.04	96	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.1	0.49%	117	0.49%
STR.03.07.05	33	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.1	0.17%	40	0.17%
STR.03.07.06	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.16%	39	0.16%
STR.03.07.07	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.07.08	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.07.09	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.03.07.10	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.07.11	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.08.01	105	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.7	0.54%	128	0.54%
STR.03.08.02	24	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.5	0.12%	30	0.12%
STR.03.08.03	24	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	1.5	0.12%	29	0.12%
STR.03.08.04	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.08.05	132	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	8.4	0.67%	160	0.67%
STR.03.08.06	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.03.08.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.08.08	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.08.09	32	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.0	0.17%	39	0.17%
STR.03.08.10	33	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.1	0.17%	40	0.17%
STR.03.09.01	229	10	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	56.2	8.4	0.68%	162	0.68%
STR.03.09.02	145	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.75%	177	0.75%
STR.03.09.03	145	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	9.2	0.74%	176	0.74%
STR.03.09.04	102	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	6.4	0.52%	124	0.52%
STR.03.09.05	89	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	5.7	0.46%	108	0.46%
STR.03.09.06	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.09.07	6	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	0.4	0.03%	7	0.03%
STR.03.09.08	117	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	7.4	0.60%	142	0.60%
STR.03.09.09	34	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.2	0.18%	42	0.18%
STR.03.09.10	35	6	19.2	1,239	1.04	1	0.72	1	0.75	40.4	2.2	0.18%	42	0.18%

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Tabla 6: Caída de tensión y pérdida de potencia desde las cajas hasta el centro de transformación (SKID)

CALCULO DE CABLEADO DE DC													
INV-CB	Nº Strings	Nº Entradas	Longitud (m)	Sección (mm2)	Ib (A)	Tensión (V)	Intensidad admisible (A)	Derating	Iz (A)	CDT (V)	CDT (%)	CDT Total (%)	Fusible
01.01	10	10	109	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	2.93	0.24%	0.59%	250
01.02	11	11	67	400	211.0	1,239	458.2	0.73	335.6	1.15	0.09%	0.42%	300
01.03	11	11	25	400	211.0	1,239	458.2	0.73	335.6	0.44	0.04%	0.48%	300
01.04	11	11	45	400	211.0	1,239	458.2	0.73	335.6	0.78	0.06%	0.63%	300
01.05	10	10	232	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	6.24	0.50%	0.87%	250
01.06	10	10	294	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	7.90	0.64%	0.99%	250
01.07	10	10	105	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	2.81	0.23%	0.40%	250
01.08	10	10	146	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	3.92	0.32%	0.70%	250
01.09	10	10	166	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	4.46	0.36%	0.61%	250
02.01	10	10	330	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	8.88	0.72%	1.07%	250
02.02	10	10	285	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	7.67	0.62%	0.91%	250
02.03	10	10	308	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	8.28	0.67%	0.86%	250
02.04	10	10	349	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	9.38	0.76%	1.12%	250
02.05	10	10	103	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	2.77	0.22%	0.57%	250
02.06	11	11	62	400	211.0	1,239	458.2	0.73	335.6	1.06	0.09%	0.57%	300
02.07	11	11	33	400	211.0	1,239	458.2	0.73	335.6	0.56	0.05%	0.50%	300
02.08	11	11	49	400	211.0	1,239	458.2	0.73	335.6	0.85	0.07%	0.47%	300
02.09	10	10	71	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	1.90	0.15%	0.60%	250
03.01	10	10	351	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	9.43	0.76%	1.05%	250
03.02	10	10	289	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	7.76	0.63%	0.81%	250
03.03	10	10	182	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	4.90	0.40%	0.90%	250
03.04	10	10	113	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	3.03	0.24%	0.66%	250
03.05	10	10	91	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	2.43	0.20%	0.66%	250
03.06	10	10	49	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	1.31	0.11%	0.62%	250
03.07	11	11	19	400	211.0	1,239	458.2	0.73	335.6	0.33	0.03%	0.46%	300
03.08	10	10	59	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	1.59	0.13%	0.43%	250
03.09	10	10	100	240	191.8	1,239	358.2	0.73	262.4	2.70	0.22%	0.63%	250

Lo que resulta en:

- **Cables de string (Nivel 1)**: Una caída de tensión promedio de 0,375% y una pérdida de potencia de 24,683 kW.
- **Cables de Caja CB (Nivel 2)**: Una caída de tensión promedio de 0,315% y una pérdida de potencia de 20,33 kW.

3 CÁLCULOS INSTALACIÓN ALTA TENSIÓN

3.1 Datos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

Tabla 5: Datos Alta Tensión

Tensión de servicio	13,2 kV
Temperatura del terreno	25° C
Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W
Profundidad de la instalación	1,50 m
Distancia entre ternas de cables	20 cm
Tipo de cable	RHZ1
Conductor	Aluminio
Caída de Tensión	2%
Potencia de cortocircuito	500 MVA
Duración de cortocircuito	0,3 s

3.2 Circuitos

Los circuitos de la red subterránea de alta tensión se instalarán directamente enterrados según se indica en el apartado 10.2 del Documento nº1: Memoria.

Tabla 6: Descripción circuitos alta tensión

Tramo	Origen	Final	Longitud (m)	Potencia Nudo Origen (kW)	Potencia Total (kW)	Sección (mm^2)	Nº ternas	Tipo de instalación
1	Centro Transformación 1 (SKID-MT)	Centro Transformación 2 (SKID-MT)	146	1.910	1.910	70	1	Directamente enterrado
2	Centro Transformación 2 (SKID-MT)	Centro Transformación 3 (SKID-MT)	147	3.820	3.820	185	1	Directamente enterrado
3	Centro Transformación 3 (SKID-MT)	CS	198	5.730	5.730	400	1	Directamente enterrado

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3.3 Datos del cable

3.3.1 RESISTENCIA MÁXIMA EN CA Y A 90º C EN Ω/KM

Tabla 7

Sección nominal mm2	Conductor	
	Cu	Al
50	0,494	0,822
70	0,343	0,569
95	0,245	0,403
150	0,159	0,262
240	0,098	0,161
400	0,062	0,102

3.3.2 REACTANCIA EN Ω/KM POR FASE

Tabla 8

Sección nominal mm^2	Tensión nominal del cable	
	12/20kV	18/30kV
95	0,120	0,130
150	0,112	0,121
240	0,105	0,113
400	0,098	0,106

3.3.3 CARGA MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE

Sección nominal (mm^2)	Tensión nominal en kV
50	140
70	170
95	205
150	260
240	345
400	445

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores en A/mm²

Tabla 9

Aislamiento XLPE y EPR	Duración del cortocircuito en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Aluminio	294	203	170	132	93	76	66	59	54

3.4 Cálculo eléctrico

La sección del conductor se establece según cuatro criterios:

- Intensidad máxima admisible
- Solicitación térmica de la corriente de cortocircuito
- Caída de tensión máxima
- Cálculo de pérdidas

3.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE POR EL CABLE

La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible se calcula partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en los datos suministrados por el fabricante afectados de los factores de corrección oportunos que recojan las características de la disposición que no presentan las tablas de intensidades máximas admisibles.

La intensidad se ha determinado por la fórmula:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Tabla 10

Tramo	Potencia Total (kW)	Sección (mm²)	Iz0 (A)	C	Iz (A)	Ib (A)
1	1.910	70	170	1	163.20	83.5
2	3.820	185	295	1	283.20	167.1
3	5.730	400	445	1	427.20	250.6

Donde:

- S = Potencia en kVA
- U = Tensión compuesta en kV
- C = Coeficientes de corrección (0,960):
  - Temperatura del terreno: 25ºC => 1,0

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LINA BEEDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Resistividad del terreno: 1,5 K.m/W => 1,0
- Agrupamiento: => 1,0
- Profundidad instalación: => 0,96

- I_{z0} = Intensidad máxima admisible por el cable
- I_z = Intensidad máxima admisible corregida
- I_b = Intensidad nominal

3.4.2 SOLICITACIÓN TÉRMICA DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito es necesario conocer la potencia de cortocircuito Pcc existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual a:

$$Icc = \frac{Pcc}{Ux\sqrt{3}}$$

Tabla 11

Tramo	U (kVA)	Sección (mm2)	Pcc (MVA)	Duración del c.c. (segundos)	Icc max conductor (kA)	Icc (kA)
1, 2, 3	13,2 kV	400	500	0,5	52,8	21,87

3.4.3 CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se ha realizado mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * L * (Rcos\rho + Xsen\rho)$$

Tabla 12

Tramo	Longitud (m)	Potencia Total (MW)	Sección (mm2)	Ib (A)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV acumulado (%)
1	146	1,910	70	83,54	9,54	0,072	0,072
2	147	3,820	185	167,08	7,42	0,056	0,128
3	198	5,730	400	250,62	6,93	0,052	0,181

Donde:

- Δ U = Caída de tensión
- I = Intensidad en amperios
- L = Longitud de la línea en km.
- R = Resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura de servicio

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/km.

Lo que resulta en una caída de tensión acumulada de 0,181% y una pérdida de potencia de 6,53 kW

3.5 Mediciones

Tabla 13

	Longitud (m)	Terminales
Línea 70 mm²	146	3
Línea 185 mm²	147	3
Línea 400 mm²	198	3

3.6 Coeficientes de corrección

3.6.1 C1. CABLES ENTERRADOS EN TERRENOS CUYA TEMPERATURA SEA DISTINTA DE 25º C

En la tabla siguiente se indican los factores de corrección de la intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25º C, en función de la temperatura máxima de servicio (ts).

Temperatura °C Servicio Permanente θ_s	Temperatura del terreno, θ_t, en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Ilustración 2

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las de la tabla será:

$$C1 = \sqrt{\left[\frac{ts - t}{ts - 25}\right]}$$

3.6.2 C2. CABLES ENTERRADOS, DIRECTAMENTE O ENTUBADOS, EN TERRENOS DE RESISTIVIDAD TÉRMICA DISTINTA DE 1 K.M/W

A continuación, se indica el coeficiente de corrección de resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,26	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

Ilustración 3

3.6.3 C3. TERNAS DE CABLES UNIPOLARES AGRUPADOS BAJO TIERRA

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Ilustración 4

3.6.4 C4. CABLES ENTERRADOS EN UNA ZANJA A DIFERENTES PROFUNDIDADES

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

En la tabla siguiente se indican los factores de corrección que se deben aplicar partiendo de una profundidad de instalación tipo de 1 m.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Ilustración 5

3.6.5 C5. CABLES ENTERRADOS EN UNA ZANJA EN EL INTERIOR DE TUBOS O SIMILARES

Se recomienda instalar un cable tripolar o unipolar por tubo. La relación de diámetro entre tubo y cable será en general, igual o superior a 2 y en ningún caso será inferior a 1,5. No se emplearán tubos de material magnético en el caso de instalar 1 unipolar por tubo.

Cuando deba instalarse una terna en el mismo tubo se considerará como diámetro del cable el diámetro aparente de la terna.

Se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 en el caso de una línea con cable tripolar, o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo. Si se trata de una línea con tres cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un coeficiente corrector de 0,90.

3.7 Resumen de cálculos de caída de tensión y pérdida de potencia

Se adjuntan a continuación los resultados de las caídas de tensión desde los paneles solares hasta el CPM.

Tabla 14: Resumen caída de tensión y pérdida de potencia

TRAMO	Caída de Tensión Promedio	Caída de Tensión Máxima	Pérdida de Potencia (kW)	Pérdida de Potencia
Nivel 1 – DC	0,375%	0,942%	24,683	0,375%
Nivel 2 - DC	0,315%	0,761%	20,330	0,309%
MV	0,181%	0,181%	6,530	0,057%
TOTAL	-	-	51,543	0,741%

3.8 Limitación de los Campos Magnéticos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, colegiado nº 001929
VISADO

3.8.1 JUSTIFICACIÓN DEL APARTADO 4.7 DE LA ITC-RAT-14

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 “INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR” del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando estas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

Particularmente, cuando las instalaciones de alta tensión se encuentren en edificios habitables o anexos a los mismos se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triangulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñaran evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurara que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptaran medidas adicionales para minimizar dichos valores, como, por ejemplo, el apantallamiento.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

El Consejo Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE) recomienda como restricción básica para el público, en sitios donde pueda permanecer bastante tiempo, unos niveles para el campo electromagnético de 50 Hz: 5 kV/m para el campo eléctrico y 100 μT para el campo magnético.

A frecuencia de 50 Hz la intensidad del campo magnético decrece rápidamente con la distancia a la fuente, por ello, la medida más inmediata y eficaz adoptada es el alejamiento respecto a la fuente. Según el Real Decreto 1066/2001 y el Real Decreto 299/2016, el campo magnético deberá ser:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HERRDIA, colegiado nº 002994
VISADO

Tabla 15: Valores límite trabajadores (Real Decreto 299/2016)

Intervalo frecuencias	NA (B) inferior [μT] (RMS)	NA (B) superior [μT] (RMS)	NA para exposición de las extremidades a campo magnético localizado [μT] (RMS)
1 ≤ f < 8 Hz	$2{,}0 \times 10^5/f^2$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
8 ≤ f < 25 Hz	$2.5 \times 10^4/f$	$3.0 \times 10^5/f$	$9.0 \times 10^5/f$
25 ≤ f < 300 Hz	$1{,}0 \times 10^3$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
300 Hz ≤ f < 3 kHz	$3{,}0 \times 10^5/f$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	$1{,}0\times 10^2$	$1{,}0\times 10^2$	$3{,}0 \times 10^2$

Tabla 16: Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (RD 1066/2001)

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

- Inferior a 1.000 μT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación), elegimos el nivel inferior por ser más restrictivo.
- Inferior a 100 μT para el público en general

3.8.2 CONDICIONES DE DISEÑO

En el proyecto, los valores más desfavorables para el campo magnético se producirán en el lado de media tensión (13,2 kV), por producirse en estos circuitos los mayores valores de intensidad de línea. El trazado de los conductores de media tensión (13,2 kV) será en su totalidad subterráneo. Las entradas y salidas estarán efectuadas por el suelo, accediendo a las celdas por la parte inferior. Los conductores estarán dispuestos en triángulo, formando una terna.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

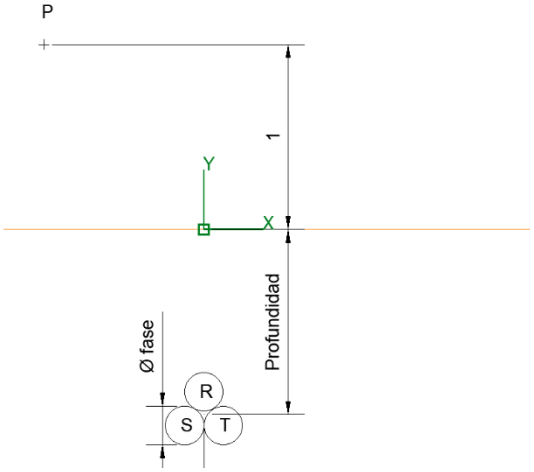


Ilustración 6: Disposición del cableado de MV

El sentido de circulación de la intensidad en cada una de las líneas trifásicas hará que los campos magnéticos producidos por las líneas de entrada se contrarresten con el de las líneas de salida.

El campo magnético generado en un punto P será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_p = \sum B_{p,i} = B_{p,R} + B_{p,S} + B_{p,T}$$

Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{p,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi r} \qquad B_{p,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d} \qquad B_{p,T} = \mu \frac{i_{TR}}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene:

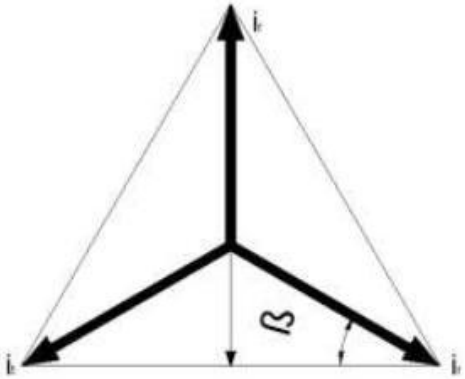


Ilustración 7: Circuito trifásico equilibrado

$$i_S = i_T = -i_R \times \sin 30 = \frac{-i_R}{2}$$

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021922
VISADO

En el caso del presente proyecto, se tiene una terna de cable de M.T. con una intensidad de 250.62 (5,730 MW) la sección de 400 mm².

Mediante el empleo de un programa de cálculo de elementos finitos se han obtenido los valores del campo magnético B en la franja de puntos paralelos a una distancia de 1 metro sobre el terreno que contiene los cables de media tensión. Se han obtenido los siguientes valores:

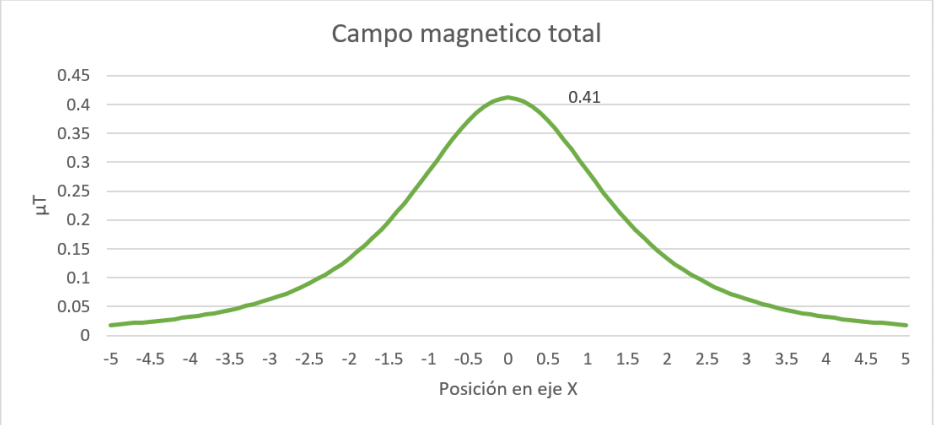


Ilustración 8: Campo magnético a 1 metro de altura respecto al terreno

El campo máximo es de 0,41, por tanto, el campo total en el borde del cable sería inferior a los 100 µT, límite fijado por el Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

También se han obtenido los valores del campo magnético B en la franja de puntos paralelos a una distancia de 200 mm. a los cables de media tensión. Se han obtenido los siguientes valores:

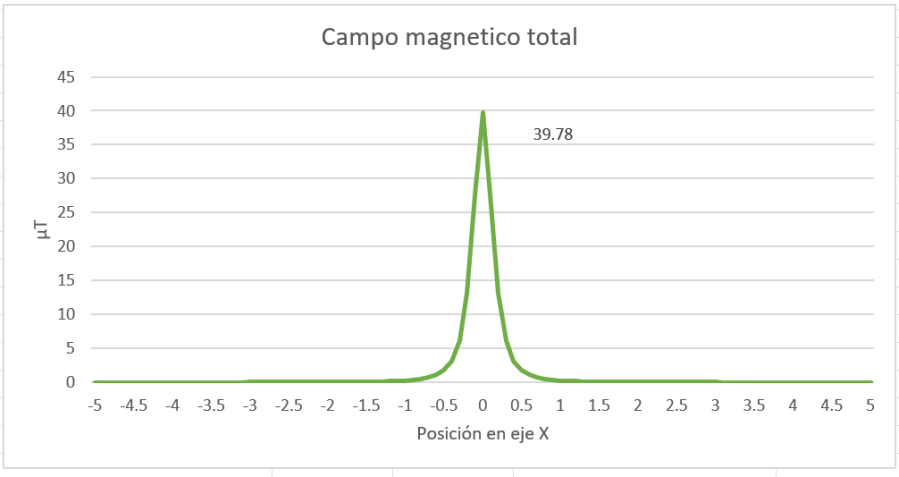


Ilustración 9: Campo magnético a 200 mm del borde del cable

El campo máximo es de 39,78, por tanto, el campo total en el borde del cable sería inferior a los 1.000 µT, límite fijado por el Real Decreto 299/2016 de 22 de Julio, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

En general, las instalaciones eléctricas funcionan a baja frecuencia (50 Hz), situándose la emisión de campos electromagnéticos dentro de los límites establecidos en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea (199/519/CE).

4 CÁLCULOS ALTA TENSIÓN DE CENTRO DE CONEXIÓN (CPM)

4.1 Intensidad de alta tensión

En un sistema trifásico, la intensidad primaria Ip viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- S=Potencia del transformador en kVA.
- U= Tensión compuesta primaria en kV = 13 kV.
- Ip= Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_p = \frac{50\ kVA}{\sqrt{3} \cdot 13{,}2\ kV} = 2{,}22\ A$$

4.2 Intensidad de baja tensión

Para el único transformador de este centro, la potencia es de 50 kVA, y la tensión secundaria es de 420V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- S= Potencia del transformador en kVA.
- U= Tensión compuesta primaria en kV = 13 kV.
- Is= Intensidad primaria en Amperios.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor:

$$I_s = \frac{50kVA}{\sqrt{3} \cdot 420} = 68{,}7\ A$$

4.3 Cortocircuitos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

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.

4.3.1.1 Cálculo de las Intensidades de Cortocircuito

Para la realización del cálculo de las **corrientes de cortocircuito** se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

- Scc = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
- U = Tensión primaria en kV.
- Iccp = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_S}$$

donde:

- P= Potencia de transformador en kVA
- E_{cc}= Tensión de cortocircuito del transformador en %
- U_s= Tensión en el secundario en V
- I_{ccs}= Corriente de cortocircuito en kA

4.3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Utilizando la primera expresión, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$Iccp = 24{,}05\ kA$$

4.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 50 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la segunda fórmula:

$$Iccs = 1{,}72\ kA$$

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929
VISADO

4.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

4.4.1 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 que, 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.

4.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito, por lo que:

$$Icc\ (din) = 31{,}25\ kA$$

4.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE

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:

$$Icc\ (ter) = 12{,}5\ kA$$

4.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En AT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en AT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 021929

- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es de 20 A.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

4.6 Dimensionado de la ventilación del CT.

Las rejillas de ventilación de los edificios modulares están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma RU 1303 A, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El modular ha superado los ensayos de calentamiento realizados en Labein con número de informe 96.406-1-E.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 61330, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

4.7 Dimensiones del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido de este hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, colegiado nº 0021999
VISADO

Los equipos de media tensión dispondrán de una puesta a tierra en anillo en el fondo de la cimentación de los mismos hasta conseguir una puesta a tierra suficiente para cumplir con los valores reglamentarios de Tensiones de Paso y Contacto.

Se calcularán las puestas a tierra de los siguientes equipos:

- SKIV-MV: Conjunto formado por los cuadros de baja tensión, el transformador de potencia y las celdas de Media Tensión.
- CPM: Centro de protección, transformación, medida y entrega.

Estos equipos cumplirán con todos los requisitos reglamentarios, especialmente en los que les resulte de aplicación el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta tensión y sus fundamentos técnicos, y las instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes.

El parte solar estará vallado en todo su perímetro, de forma que quede cerrado para impedir el acceso a él a las personas ajenas al servicio.

5.1 Criterios básicos de diseño.

Los cálculos justificativos estarán basados en el documento ITC-RAT 13 de Instalaciones de puesta a tierra según el Real Decreto 337/2014 de 9 de Mayo del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, los elementos antes descritos estarán dotados de un anillo de tierras inferiores formada por cable de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección enterrado a 0,8 m de la cota de explanación de las dimensiones indicadas más abajo.

Se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descarga atmosféricas o tensiones inductivas.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguren la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Será necesario realizar el dimensionamiento de la red de tierras desde el punto de vista térmico con el fin de determinar la sección de los conductores de tierra y desde el punto de vista de la elevación de tensión en el terreno.

Los conductores empleados en las líneas de puesta a tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión. Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o de descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, no ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

A efecto de dimensionado de las secciones, el tiempo mínimo a considerar para duración del defecto a la frecuencia de la red será de un segundo, y no podrán superarse las siguientes densidades de corriente:

Cobre:	160 A/mm^2
Aluminio:	100 A/mm^2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929

Acero: 60 A/mm^2

Una vez construida la instalación, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, y en caso de ser necesario se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

Los parámetros de partida serán:

Tensión nominal de la red	***13,2 kV***
(ρ) Resistividad media del terreno, primera capa	***200 Ω·m***
(ρ_s) Resistividad del terreno en capa superficial	***3.000 Ω·m***
Espesor de la capa superficial (grava u hormigón)	***0,10 m***
(t) Tiempo de duración del defecto	***0,5 s***
(h) Profundidad de la malla	***0,8 m***
Intensidad de cortocircuito aplicada	***1 kA***

5.2 Resistividad del terreno

En el apartado 2 de la ITC-RAT 13 se indica la necesidad de investigar las características del suelo del terreno para realizar el proyecto de una instalación de tierra. Sin embargo, en las instalaciones de 3ª categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será obligatorio realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando un examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla siguiente:

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD (Ωm)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

5.3 Investigación de las características del suelo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Según la inspección visual del terreno donde se instalará el parque solar, de una resistividad media superficial σ = **200** Ω.m.

El terreno alrededor del SKID estará cubierto con una capa de grava con un espesor mínimo de 10 cm, así como el CPM que tendrá una acera perimetral de hormigón alrededor del mismo, por lo que se considerará una resistividad superficial de **3.000 Ω·m** para ambos.

Al ser estas capas de apenas 10 cm de espesor, se calcula una resistividad superficial aparente que tiene en cuenta esta circunstancia aplicando un factor reductor Cs que se obtiene de la siguiente fórmula empírica:

$$C_s = 1 - \frac{0{,}106 \cdot (1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2h_s + 0{,}106}$$

- ρ: resistividad del suelo en Ω·m => 200
- ρ_s: resistividad superficial en Ω·m => 3000
- h_s: espesor de la capa superficial, en m => 0,1

En nuestro caso particular, **C_s = 0,67**.

Aplicando este factor a la resistividad superficial, se tiene el valor de la resistividad superficial equivalente ρ'_s a aplicar en los cálculos de tensiones admisibles:

$$\rho'_s = 2.010\ \Omega \cdot m$$

5.4 Diseño preliminar de la instalación de tierra

Los electrodos de puesta a tierra tendrán una morfología rectangular con los siguientes valores característicos:

Denominación	Tamaño	Longitud	Área	Profundidad	Número de Picas
SKID-MV	13,4 x 4,1 m	35 m	54,94 m²	0,8 m	9 (de 3 metros)
CPM	14,5 x 5 m	39 m	72,5 m²	0,8 m	7 (de 3 metros)

Al efecto de validar el diseño de la instalación de puesta a tierra se calculan los valores máximos de las tensiones de paso y contacto a que puedan quedar sometidas las personas que circulen o permanezcan en puntos accesibles del interior o exterior de la instalación eléctrica.

De acuerdo con la instrucción técnica ITC-RAT 13 del Reglamento de instalaciones de alta tensión vigente, las tensiones de paso y contacto vienen dadas por las siguientes expresiones:

$$U_c = U_{ca}\left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5\rho_S}{1000}\right)$$

$$U_p = 10U_{ca}\left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{1000}\right)$$

Siendo:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00219225
VISADO

- U_{ca}: Valor admisible de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta, obtenida de la Tabla 1 de ITC-RAT 13, en V.
- R_{a1}: Resistencia de contacto del calzado, se toma 2.000Ω
- ρ_s: Resistividad de la capa superficial del terreno, en Ω·m.

Así pues, para la resistividad superficial del modelo de terreno, y el tiempo de despeje de la falta (0,5 s) adoptado, se tienen las siguientes tensiones de paso y contacto máximas admisibles:

Tabla 1. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta t_F

Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0,05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10,00	50

Para t_f = 0,5 s tenemos un valor de U_{ca} = 204 V, por lo que los valores de las tensiones de paso y contacto máximas serán:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5 \cdot \rho_s}{1000}\right] = 204 \cdot \left[1 + \frac{\frac{2000}{2} + 1{,}5 \cdot 2010}{1000}\right] = 1.023V$$

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000}\right] = 10 \cdot 204 \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 2010}{1000}\right] = 34.802V$$

5.5 Cálculo de la resistencia del sistema de tierras

Aparte de los anillos del SKID y del CPM, la puesta a tierra de la planta fotovoltaica se complementará mediante el tendido de cable desnudo de cobre de 50 mm² acompañando los circuitos de generación de BT y de distribución de MT tendido directamente en la zanja.

Para un conductor enterrado horizontalmente, considerando la longitud del electrodo de tierra y la resistividad del terreno anteriormente marcada se consiguen valores de resistencia de tierra menores incluso de 1 ohmio.

$$R_t = \left(\frac{2 \cdot \rho}{L}\right)$$

Siendo:

- L: Longitud en metros del conductor enterrado.
- ρ: Resistividad del terreno en Ω·m.

Para este proyecto tenemos las siguientes longitudes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Zanjas de baja tensión: 1.291,71 m.
- Zanjas de media tensión: 455,88 m.
- Total: 1.749,59 m.

Por lo que obtendremos un valor teórico de:

$$R_t = \mathbf{0{,}20\ \Omega}$$

Para los anillos de tierras tenemos la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- L: Longitud en metros del conductor enterrado.
- r: radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.
- ρ: Resistividad del terreno en Ω·m (**200**)

	L (m)	Área (m^2)	r (m)	R_t (Ω)
SKID-MV	35 m	54,94 m2	4,18	17,68
CPM	39 m	72,5 m2	4,80	15,55

5.6 Cálculo del calentamiento del conductor

Se deberá calcular que el conductor de puesta a tierra no alcanza la temperatura máxima de 200ºC durante el cortocircuito.

Según la IEEE-80-2000, se describe la siguiente expresión, para relacionar temperaturas máximas alcanzadas, sección del conductor e intensidad admisible:

$$A_{mm^2} = I \cdot \sqrt{\frac{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}{TCAP \cdot \ln\left(1 + \frac{T - T_a}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Siendo:

A_{mm2} = Sección mínima del conductor en mm^2	6,27
I = Intensidad en kA	1
α_0 = coeficiente térmico de la resistividad del conductor a 0ºC	0,00413
$K_0 = 1/\alpha_0$	242
α_r = coeficiente térmico de la resistividad del conductor a 20ºC	0,00381 K_0
T_f = Temperatura de fusión del conductor	1.084 ºC
ρ_r = resistividad del conductor	1,777 μΩ·cm

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TCAP = factor de capacidad térmica del conductor =>	3,422 J/cm³/ºC
t_c = tiempo de duración de la falta	1 seg.
T_a = temperatura ambiente de calentamiento	25ºC
T = temperatura máxima permitida	200 ºC (ITC-RAT 13)

Con estos valores obtenemos un resultado de:

A = 6,27 mm²

Por lo que el conductor elegido de **50 mm²** no alcanzará la temperatura máxima de 200ºC.

5.7 Comprobación de los resultados

Seguiremos la metodología de la norma UNE, IEEE Std 80-2000:

Tensión de Paso teórica (Es):

$$E_{s\,teórica\ UNE,IEEE} = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \left(\frac{I_g}{L_M}\right) \ (V)$$

Tensión de Contacto teórica (Em):

$$E_{m\,teórica\ UNE,IEEE} = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \left(\frac{I_g}{L_S}\right) \ (V)$$

Para malla sin picas o con picas no situadas en las esquinas o perímetro
(para calcular la tensión de contacto):

$$L_M = L_C + L_R \ (m)$$

Para malla con picas en las esquinas o repartidas por el perímetro
(para calcular la tensión de contacto):

$$L_M = L_C + L_R \cdot \left[1{,}55 + 1{,}22 \cdot \left(\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}}\right)\right] \ (m)$$

Para mallas con o sin picas de tierra
(para calcular la tensión de paso):

$$L_S = 0.75 \cdot L_C + 0.85 \cdot L_R \ (m)$$

En nuestro caso tenemos para el SKID:

Resistividad del terreno ρ:	200,00	Ω·m
Diseño inicial puesta a tierra:	2 Rectangular	
Distancia entre conductores D:	2,38	m
Diámetro del conductor d:	0,009	m
Profundidad cable enterrado h:	0,800	m
Factor geométrico n:	4,43988292	
Tipo de mallado:	4 Picas en el perimetro	
Factor Kii:	1,000	
Factor Kh:	1,342	
Factor Km:	0,627	
Factor geométrico Ki:	1,30110267	
Factor geométrico Ks:	0,409	
Corriente de falta I_G:	1000	A
Longitud total efectiva L_M:	183,98	m
Longitud total conductores Lc:	91,00	m
Longitud picas total L_R:	54,00	m
Longitud efectiva L_S	114,15	m
Tensión de malla E_m:	**886,54**	V
Tensión de paso E_s:	**931,28**	V

Y para el CPM:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Resistividad del terreno ρ:		200,00 Ω·m
Diseño inicial puesta a tierra:	2 Rectangular	
Distancia entre conductores D:		1,08 m
Diámetro del conductor d:		0,009 m
Profundidad cable enterrado h:		0,800 m
Factor geométrico n:		5,99391674
Tipo de mallado:	4 Picas en el perimetro	
Factor Kii:		1,000
Factor Kh:		1,342
Factor Km:		0,525
Factor geométrico Ki:		1,53109968
Factor geométrico Ks:		0,643
Corriente de falta I_G:		1000 A
Longitud total efectiva L_M:		186,74 m
Longitud total conductores Lc:		71,00 m
Longitud picas total L_R:		60,00 m
Longitud efectiva L_S		104,25 m
Tensión de malla E_m:		**860,13** V
Tensión de paso E_S:		**1889,72** V

Comprobando los valores obtenidos con los máximos calculados en el punto 5.4, se observa que estamos cumpliendo, por lo que las tierras diseñadas son válidas:

Em < Va = 1.023 V

Es < Vp = 34.802 V

5.8 Medidas y vigilancia de las instalaciones de puesta a tierra

El director de Obra deberá verificar que las tensiones de paso y contacto aplicadas están dentro de los límites admitidos con un voltímetro de resistencia interna de 1.000 Ω.

Las instalaciones de tierra serán comprobadas en el momento de su establecimiento y revisadas por empresas instaladoras al menos cada 3 años a fin de comprobar el estado de las mismas. Esta verificación consistirá en una inspección visual y en la medida de la resistencia de puesta a tierra.

6 JUSTIFICACIÓN DE LOS LÍMITES DE RUIDO

Se aportan los cálculos teóricos sobre el ruido que producirá la planta solar cuando esté en funcionamiento.

Hay que distinguir entre horas de sol y nocturnas pues la mayoría de los equipos solo funcionan mientras hay radiación solar que supere el umbral de funcionamiento de los inversores solares. Por la noche solamente estarán en funcionamiento los transformadores de media tensión, que estarán en vacío.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002029
VISADO

En este proyecto, los inversores serán del tipo HEMK FS1910K (Ver ficha técnica en el apartado 12.2 de la Memoria Técnica) y los transformadores serán del tipo **ABB ELECTRIK SAN,** o similar de potencia limitada aproximadamente a 1.910 kVA,

En cuanto a los equipos que más ruido hacen en funcionamiento normal son:

- Inversores: en este caso no hacen ruido al carecer de transformador
- Transformadores: <60 dB a 0,3 metros de distancia

En la ITC-RAT 07, en su punto 5, se establecen los niveles de potencia acústica máximos para los transformadores trifásicos en baño de aceite para distribución en baja tensión hasta 2.500 kVA, los valores de pérdidas y niveles de potencia acústica deben ser como máximo los indicados en las normas de obligado cumplimiento correspondientes que figuran en la ITC-RAT 02, pero en ningún caso podrán ser superiores a los valores de la tabla siguiente:

Potencia asignada kVA	$U_m \leq 24$ kV				$U_m = 36$ kV			
	P_k (W) a 75 °C	P_0 (W)	$Lw(A)$ dB(A)	Z_{cc}(%), a 75°C	P_k (W) a 75 °C	P_0 (W)	$Lw(A)$ dB(A)	Z_{cc}(%), a 75°C
50	875	110	42	4	1050	160	50	4,5
100	1475	180	44	4	1650	270	54	4,5
160	2000	260	47	4	2150	390	57	4,5
250	2750	360	50	4	3000	550	60	4,5
315	3250	440	52	4	-	-	-	-
400	3850	520	53	4	4150	790	63	4,5
500	4600	610	54	4	-	-	-	-
630	5400	730	55	4	5500	1100	65	4,5
800	7000	800	56	6	7000	1300	66	6
1000	9000	940	58	6	8900	1450	67	6
1250	11000	1150	59	6	11500	1750	68	6
1600	14000	1450	61	6	14500	2200	69	6
2000	18000	1800	63	6	18000	2700	71	6
2500	22000	2150	66	6	22500	3200	73	6

En nuestro caso el transformador cumple con las indicaciones para el transformador de 2000 kVA (63 dB) tal como se ve en la ficha 5.1.

En la ITC-RAT 15, punto 3.16, del Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo (Instalaciones eléctricas de exterior), se indica la necesidad de limitar el nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión, para ello:

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y 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 Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá realizar, por control estadístico o a petición de parte interesada, inspecciones con sus propios medios o delegar dichas mediciones en organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas de ruido.

Según la tabla “A” (Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes), del Anexo II del RD 1367/2007,

Tabla A

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

	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)

para suelo industrial tenemos unos valores de:

- L_d = 75 dB.
- L_e = 75 dB
- L_n = 65 dB.

NIVEL DE PRESION SONORA

El nivel de presión sonora (SPL, en inglés SPL = Sound Pressure Level) se utiliza para expresar el nivel de un sonido que ha sido medido utilizando un medidor de nivel sonoro.

El nivel de presión sonora se determina mediante la fórmula:

$$\text{SPL(dB)} = 20 \cdot log \frac{P}{P_{ref}}$$

Siendo:

- P: presión sonora en N/m^2 ó pascal.
- P_{ref}: Presión de referencia 2 x 10^{-5} N/m^2 o pascal.

Por otro lado, cuando un sonido es emitido desde una fuente de sonido (fuente de sonido puntual) el sonido se esparce sobre un espacio en forma de esfera, por lo que el nivel de presión sonora será inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. En otras palabras, cada vez que se duplica la distancia, el nivel de presión sonora es atenuado en 6 dB.

$$\text{SPL(dB)} = 20 \cdot log \frac{r_2}{r_1} \qquad (5.1)$$

Siendo:

- r_1: Distancia tomada como referencia (generalmente 1 metro)
- r_2: Distancia a la cual se quiere calcular la atenuación.

Por la noche, el nivel de ruido máximo permitido es de 65 dB, y por tanto el ruido proveniente del transformador es siempre inferior al límite exigido.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929

7 JUSTIFICACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Siguiendo el preceptivo Reglamento de Seguridad contra Incendios en establecimientos industriales, aprobado mediante el RD 2267/2004 de 3 de diciembre, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones en el ámbito de los posibles elementos de protección contra incendios a los que se debe acoger el presente proyecto.

Este reglamento se aplicará de forma complementaria a las medidas contra incendios establecidas en las disposiciones vigentes que regulan las actividades industriales, sectoriales o específicas en los aspectos no contemplados en ellas, las cuales serán de completa aplicación en su campo.

En este sentido, existe otro reglamento que regula la protección contra incendios de instalaciones que aplica al presente proyecto, el cual es el Reglamento de Alta Tensión aprobado mediante el RD 337/2014, de 9 de mayo, en concreto las instrucciones 14 y 15, que contemplan las instalaciones eléctricas de interior y exterior respectivamente.

De cara a considerar el parque FV se considera que es de TIPO E (el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto, hasta un 50 por ciento de su superficie, alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral).

Por otro lado, de cara a las edificaciones que habrá en el terreno, Centro de Maniobra y Centros de Transformación se considerará que son de tipo C (el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio).

Se recogerá del presente reglamento las condiciones de aproximación de edificios, en el que se define que los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como a los espacios de maniobra, deben cumplir las siguientes condiciones:

- Anchura mínima libre: 5 metros
- Altura mínima o gálibo: 4,50 metros
- Capacidad portante del vial: 2000 kP/m^2

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

En todo caso, 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:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.
- Los generadores fotovoltaicos tienen riesgos específicos de incendio por la presencia de puntos calientes en paneles fotovoltaicos, calentamientos y/o arcos eléctricos en interior de paneles, baterías, caja de conexión, inversores, y cableado de corriente alterna. Los riesgos están agravados por el desgaste por su exposición a la intemperie.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE UNA HERRERA, Colegiado nº 021929

En nuestro caso, al ser una planta solar en suelo y estar rodeado de parcelas agrícolas, hay que tener en cuenta los incendios provenientes del exterior, (como los incendios forestales o los daños por malevolencia) pueden causar daños de gran extensión, por este motivo es muy importante que se cuente con sistemas de vigilancia permanente ya sea en el sitio o a distancia por medio de sensores infrarrojos, así como ayuda disponible para acercarse al sitio y controlar la situación. Habrá que tener limpio tanto el interior como el exterior de la planta de todo material que pueda resultar inflamable.

Además de lo anteriormente mencionado y en cumplimiento al condicionad del Informe de Impacto ambiental, en materia de incendios y normativa urbanística aplicable, el vallado de la planta solar fotovoltaica se ha implantado considerando un retranqueado 7,5 metros con respecto a la linde de las parcelas colindantes y 10 metros de caminos. En el exterior de dicho vallado, se realizará la plantación perimetral de una pantalla vegetal de 5m de ancho, que respecta como mínimo 2,5 metros a linderos de las parcelas colindante y 10m a caminos.

Sin embargo, en la zona noroeste de la planta, al existir una zona arbolada, se dejan 5 metros de separación entre la pantalla vegetal y dicha zona arbórea, lo que nos llevó a instalar el vallado a 10 metros de la linde parcelar, garantizando de este modo una franja libre de vegetación arbórea y/o arbustiva con continuidad horizontal que permita el tránsito de vehículos de prevención contra incendios forestales si fuese necesario.

Del mismo modo en el interior del vallado de la planta solar fotovoltaica, se ha dejado una franja perimetral de 6 metros de ancho junto al cerramiento de la planta, completamente libre de vegetación y/o cualquier ocupación, para el libre acceso de vehículos de prevención contra incendios forestales si fuese necesario.

7.1 Prescripciones Generales

Se va a proceder a la justificación del cumplimiento de las prescripciones de protección contra incendios conforme al RD 337/2014 de 9 de mayo.

Cabe destacar, que tanto los inversores como los transformadores de potencia están instalados al aire, solamente existe un edificio prefabricado que alberga el centro de protección y medida. Este edificio irá equipado con un transformador de servicios auxiliares de 100 kVA máximo.

Para la instalación que nos ocupa, serán de aplicación las ITC siguientes:

- La ITC-RAT 14, para instalaciones eléctricas de interior, afecta fundamentalmente al CPM (centro de protección y medida).
- La ITC-RAT 15, para instalaciones eléctricas de exterior, afecta a los SKID-MV.

La red de media tensión interna del parque solar se hará mediante conducción enterrada. Todo el cableado que esté en el interior de edificios será no propagador de la llama.

7.2 Prescripciones ITC-RAT 14

Para los edificios contemplados en el párrafo a) del apartado 2 de esta Instrucción, destinados a albergar instalaciones de categoría especial, 1ª y 2ª categoría, se aplicarán las disposiciones reguladoras de la protección contra el incendio en los establecimientos industriales, y para los del párrafo c) las del Código Técnico de la Edificación, en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y, en particular, sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en este Reglamento y afecten a la edificación.

Además, y con carácter general se adoptarán las medidas siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 022122

- a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores.

  Si se utilizan aparatos o transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del aparato o transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc. Cuando se utilicen pozos centralizados, se dimensionarán para recoger la totalidad del líquido dieléctrico del equipo con mayor capacidad.

  Cuando se utilicen dieléctricos líquidos con punto de combustión igual o superior a 300º C será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

- b) Sistemas de extinción.
  - b.1) Extintores móviles:

    Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, de acuerdo con los niveles que se establecen en b.2). 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. En caso de instalaciones ubicadas en edificios destinados a otros usos la eficacia será como mínimo 21A-113B.

    Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

  - b.2) Sistemas fijos: ***(No es nuestro caso)***

    En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300ºC y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Asimismo, en aquellas instalaciones con otros equipos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300ºC y con volumen de aceite en cada equipo mayor de 600 litros o mayor de 2400 litros en el conjunto de aparatos también deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Se dispondrá de un sistema de alarma que prevenga al personal de la actuación del sistema contra incendios, provisto de un tiempo de retardo suficiente para poder evacuar el recinto.

    Si la instalación de alta tensión está integrada en un edificio de uso de pública concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio dichas potencias se reducirán a 630 kVA y 2520 kVA y los volúmenes a 400 litros y 1600 litros respectivamente. La actuación de estos sistemas fijos de extinción de incendios será solamente obligatoria en los compartimentos en los que existan aparatos con dieléctrico inflamable o combustible. Si los transformadores o equipos utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300ºC podrán omitirse las anteriores disposiciones, pero deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos. Las instalaciones fijas de extinción de incendios podrán estar integradas en el conjunto general de protección del edificio.

    Deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucción de funcionamiento, pruebas y mantenimiento. En el proyecto de la instalación se recogerán los criterios y medidas adoptadas para alcanzar la seguridad contra incendios exigida.

7.3 Prescripciones ITC-RAT 15

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA JEREMIAS Colegiado nº 021923
VISADO

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.

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.

   No obstante, cuando el transformador contenga líquido aislante, pero su potencia sea menor o igual de 250 kVA, la fosa podrá suprimirse. Asimismo, también podrá suprimirse cuando se utilice líquido aislante biodegradable que no puede derramarse a cauces superficiales o subterráneos o a canalizaciones de abastecimiento de aguas o de evacuación de aguas residuales.

   Para los transformadores de distribución ubicados en el interior de una envolvente al pie de un apoyo les será de aplicación lo indicado en la ITC-RAT 14.

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. **No es nuestro caso**.

En las instalaciones dotadas de sistemas de extinción de tipo fijo, automático o manual, deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucciones de funcionamiento.

Los extintores, si existen, estarán situados de forma racional, según las dimensiones y disposición del recinto que alberga la instalación y sus accesos. En la elección de aparatos o equipos extintores móviles o fijos se tendrá en cuenta si van a ser usados en instalaciones en tensión o no, y en el caso de que sólo puedan usarse en instalaciones sin tensión se colocarán los letreros de aviso pertinentes.

7.4 Medidas particulares CPM

El centro de protección y medida será un edificio prefabricado de hormigón y cumplirá con las exigencias de la ITC-RAT 14, tendrá un foso de recogida de aceite de 600 litros, aunque el transformador sea de 50 kVA máximo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022929

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHC de Schneider Electric o similar.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHC serán:

* COMPACIDAD.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- Calidad en origen,
- Reducción del tiempo de instalación,
- Posibilidad de posteriores traslados.

* FACILIDAD DE INSTALACIÓN.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

* MATERIAL.

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

* EQUIPOTENCIALIDAD.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 Ω (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

* IMPERMEABILIDAD.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

* GRADOS DE PROTECCIÓN.

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

* ENVOLVENTE.

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRADA, Colegiado nº 002198

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

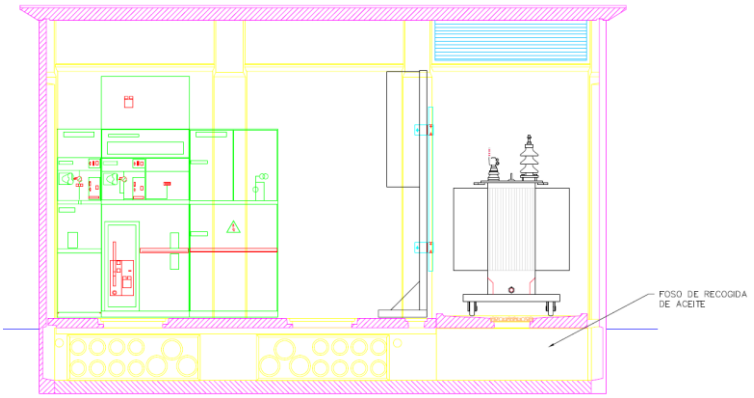
* SUELOS.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

* CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE.

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

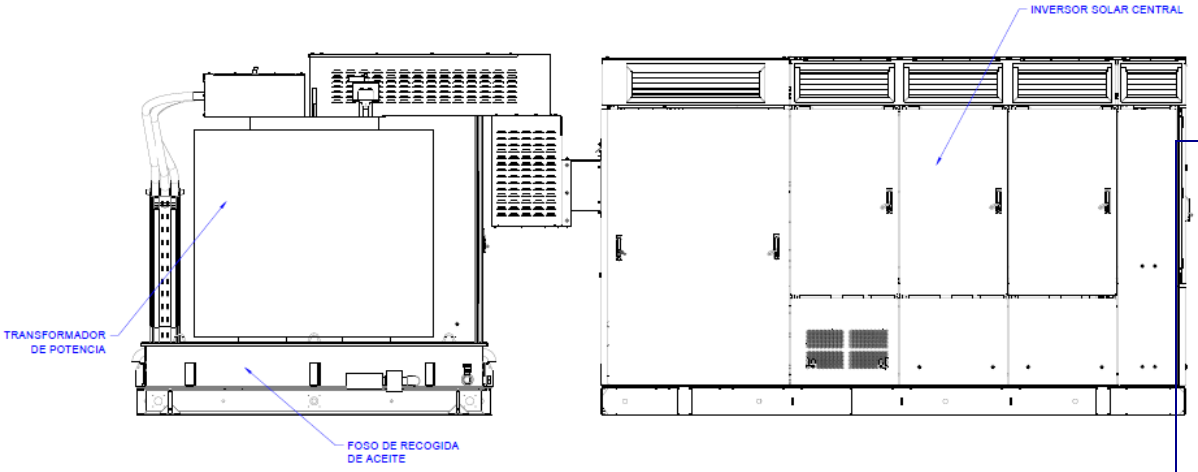
En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.



7.5 Medidas particulares SKID-MT

El SKID de media tensión viene equipado con un foso de recogida de aceite y estará a una distancia mínima de 10 metros de otros equipos eléctricos, seguidores, módulos solares, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 21929



En cuanto a las protecciones eléctricas, el transformador vendrá equipado con el relé DGPT-2.

El relé DGPT2 es capaz de detectar averías mediante la detección del gas provocado, generalmente, por las pequeñas descargas producidas por rupturas de los aislantes internos en los transformadores de llenado integral.

Primeramente, la detección del gas se realiza mediante la visualización a través de un visor de un flotador existente. En caso de producción de gas, el gas ocupa el espacio del dieléctrico y desciende el nivel del mismo haciendo variar la posición del flotador. Este flotador será también el encargado de activar un contacto eléctrico en caso de descenso del nivel del dieléctrico (fuga de la cuba, grifo mal cerrado, etc.). Además del visor, el DGPT2 dispone de los elementos para la purga y análisis de los gases.

La función de detección de la presión excesiva en el interior del transformador, provocada por los gases, es detectada mediante un presostato ajustable hasta 500 milibares. De forma estándar se suministra tarado a una presión de 0,2 bares, pudiendo ser reajustado por el propio usuario. La función del presostato es la de detectar también un posible cortocircuito franco, una dilatación excesiva del dieléctrico, o un llenado excesivo del transformador. Cuando la presión de la cuba alcanza el valor seleccionado actúa un contacto conmutado.

7.6 Resumen general de las medidas de prevención y extinción aplicadas

A modo resumen se contemplarán para el presente proyecto las siguientes medidas contra incendios contempladas en los reglamentos antes expuestos.

Estas medidas, velaran por no transmitir un eventual incendio en el interior del parque solar hacia los solares o espacios colindantes:

- El parque solar dispone de una zona de retranqueo entre las estructuras de los paneles solares y el vallado, de 5 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.
- El acceso hasta el parque fotovoltaico se realiza por un vial con suficiente capacidad para poder acceder mediante 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.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA Colegiado nº 0001929

- Los elementos eléctricos son intrínsecamente seguros, los cuadros eléctricos de intemperie serán de protección IP65 o superior y estarán realizados con materiales autoextinguibles, 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-EN 61034, que indica que haya una baja emisión de humos y la UNE-EN 60754-2, que indica una baja emisión de gases corrosivos.

En cada centro de transformación, se ubicará un depósito estanco de recogida de líquido dieléctrico, asegurando que no haya ningún derrame hacia el exterior.

Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO_2 o polvo en seco junto a los principales cuadros eléctricos, además de un extintor de eficacia mínima 89B, a una distancia máxima de 15 metros, en cada uno de los centros de transformación, del Centro de Maniobra y Medida y del Centro de control.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

8 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

8.1 Residuos generados en la obra

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

RCD (Construcción y Demolición):

RCD de naturaleza pétrea:

- 17.01.01. Hormigón.

- 17.01.02. Ladrillos.

- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétrea:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.

- 17.02.03 Plásticos

- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.

- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

- Residuos peligrosos:

  - 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
  - 15.01.11 Aerosoles
  - 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.

- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.

- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.

- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

8.2 Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

1) Adquisición de materiales

2) Comienzo de la obra

3) Puesta en obra

4) Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 00219299

- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

8.3 Operaciones de reutilización, valoración o eliminación de residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929
VISADO

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

8.4 Medidas para la separación de residuos

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 002629
VISADO

- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera:1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.
- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, 1 contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

8.5 Estimación de los residuos generados

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE JUAN HEREDIA, Colegiado nº 002129

- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimientos de tierras para la explanación. Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones de 1 m de profundidad y 0,40 m de ancho para dos circuitos y 0,8 para tres circuitos. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y del centro de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Los centros de transformación se cimentarán sobre losa de aproximadamente 10 x 27,37 m^2 m en planta. En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de 0,15 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE PLANA HERRERA Colegiado nº 021-929

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del proyecto.

Tierras y pétreos procedentes de demolición.

Naturaleza pétrea 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas

No existen edificaciones a demoler en las parcelas.

Tierras y pétreos procedentes de excavación.

17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias

Cimentaciones:

Tabla 1. *Estimación residuos procedentes excavación de cimentaciones*

Cimentaciones	M3
SKID-MT Y CPM	3
Cámaras de seguridad - Báculos	0,5
Estaciones meteorológicas	0,15
Postes del vallado	4,62

Zanjas existentes en la implantación:

Tabla 2. *Estimación residuos procedentes excavación de zanjas*

Zanjas	M3
BT	311,06
MT	718,09

Perimetral	296,56
Puesta a Tierra	10,20

Cunetas de drenaje:

Tabla 1. *Estimación residuos procedentes excavación de cunetas*

Cunetas Interior y Perimetral	M3
Cuneta drenaje Vial	327,25
Cuneta drenaje Perimetral	794,50

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 10% va al vertedero (90% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m3:

Tabla 2. *Estimación residuos procedentes excavación*

	M3	Tn
17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	273,70	465,28

RCD resultantes de la ejecución de la obra.

RCD de naturaleza pétrea

17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:

Tabla 3. *Estimación residuos hormigón cimentaciones*

Cimentaciones	M3
SKID-MT Y CPM	0,5
Cámaras de seguridad - Báculos	0,5
Estaciones meteorológicas	0,36
Postes del vallado	1,5

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2400 kg/m³. Considerando que se produce un residuo del 1%:

Tabla 4. *Estimación residuos hormigón cimentaciones total*

	M3	Tn
17 01 01 Hormigón	4,29	10,296

17 01 02 Ladrillos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

RCD de naturaleza no pétrea

17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

Otros residuos:

20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

o Absorbentes contaminados

o Aerosoles vacíos

o Envases vacíos de metal o Plástico contaminado

o Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.

o Otros.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

En resumen, la estimación de los residuos generados en la planta, son los siguientes:

Tabla 5. *Estimación residuos totales*

		M3	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	02 01 07 Residuos de la silvicultura	Partida Civil	Partida Civil
Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	273,70	465,28
RCD de naturaleza pétrea	17 01 01 Hormigón	4,29	10,296

8.6 Presupuesto de gestión de residuos

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tabla 1. *Presupuesto gestión de residuos*

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
1 saca de 1 m3	7	50	350 €
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m3)	1	300	300 €
Residuos de la silvicultura (incluida en Obra Civil)	-	-	
Excavación de Tierra seca compacta (Trayectos de camiones de 24 Tn)	20	58 €	1.160 €
Contenedor de 4,5 m3 Hormigón	3	40 €	120 €
Residuos peligrosos			2.500 €
Total			**4.430,00 €**

El presupuesto de la gestión de residuos del proyecto de la Planta Fotovoltaica asciende a la cantidad de **CUATRO MIL CUATROCIENTOS TREINTA EUROS.**

Madrid, Julio de 2025

Ingeniero Industrial

Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

9 PLAN DE DESMANTELAMIENTO

Se describe el Plan de Desmantelamiento del Proyecto que se realizará una vez cese la actividad de la Instalación. A efectos de este Proyecto se establece un periodo aproximado de 35 a 40 años como la vida útil de la Planta desde su puesta en servicio.

El desmantelamiento implicará devolver el terreno ocupado por la Planta Fotovoltaica a su estado original. Todos los elementos constituyentes de la Planta serán desmontados o demolidos y todos los residuos gestionados por un gestor autorizado, priorizando el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de seis meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica de la Planta, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción de la Planta.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen la Planta Fotovoltaica, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

9.1 DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA

Una vez que la Planta finalice su actividad y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá a la desconexión de la Planta de la red eléctrica. Lo que se realizará en las siguientes fases:

- Desconexión de la red de baja tensión:
    - Desconexión de los inversores mediante interruptores.
    - Desconexión de los ramales de los módulos mediante interruptores seccionadores.
    - Desconexión del cableado que une los módulos en serie.
    - Desmantelamiento de los tubos protectores y del cableado.
    - Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.
- Desconexión de la red de media tensión: Se procederá a la desconexión de las LSMT de la Planta, quedando, por tanto, aislada de la misma. Esta acción se realizará a nivel del Centros de Protección y medida y Centros de Transformación del los SKID MT. Para ello se procederá a:
    - Aislamiento de la Planta mediante apertura de líneas en los Centros de Protección y Medida y Centros de Transformación del las Estaciones de Potencia (SKID-MT).
    - Retirada de los conductores de media tensión correspondientes al entronque.
    - Los conductores y demás materiales sobrantes serán almacenados para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.
- Desconexión de la red interna subterránea de media tensión: Se realizará a nivel de las Estaciones de Potencia y del Centro de Protección y Medida.

9.2 DESMANTELAMIENTO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0022925
VISADO

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable. Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales del Proyecto.

9.2.1 DESMANTELAMIENTO DE LOS MÓDULOS

Para llevar a cabo el desmontaje mecánico de los módulos que constituyen el generador fotovoltaico, en primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de las series de los módulos. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de soporte siguiendo el proceso inverso al adoptado durante su instalación.

Los módulos se irán desmontando y acopiando en zonas habilitadas para ese fin del vial más próximo, donde se irán colocando en pallets. Los módulos se repartirán por categorías en función de su estado de degradación para poder reutilizarlos en caso de que se considere conveniente. El resto se reciclarían separando los principales elementos que los componen. Las juntas aislantes colocadas entre los módulos y los marcos se separarán y se reciclarán de forma independiente.

Desde las zonas de acopio se trasladarán los pallets a un camión situado a la salida de la planta, para su traslado al destino final.

9.2.2 DESMANTELAMIENTO DE LOS SEGUIDORES SOLARES (TRACKERS)

Para realizar el desmantelamiento de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, el primer paso es el desensamble de todos los elementos metálicos.

Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán en las zonas habilitadas para ello, desde donde se trasladarán para su carga en camión por medio del manipulador telescópico y el camión pluma.

El desmontaje de las estructuras se hará secuencialmente y solo tras el desmontaje de los módulos fotovoltaicos, y tras la desinstalación de los cuatros y materiales eléctricos y de control que pertenecen a los mismos seguidores.

Todos los materiales retirados se trasladarán desde las zonas de acopio hasta el camión para traspaso a gestor autorizado o a una planta de tratamiento para su aprovechamiento, separando los distintos materiales en función de su destino.

9.2.3 DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

Retirada del cableado solar de los módulos fotovoltaicos

Retirada del cableado que va desde los módulos a las cajas de conexión.

Retirada del cableado que va desde las cajas de conexión a las estaciones de potencia, de estas hasta el Centro de Protección y Medida y de este hasta el punto de conexión, incluyendo la red de tierra y todos sus elementos.

El cable se clasificará por tipos y se acoparía en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después las zanjas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la retirada del cableado se procederá con remover los inversores, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control.

Las estaciones de potencia y Centro de Protección y Medida, son elementos de grandes dimensiones, por lo que será necesaria la ayuda del camión pluma o el manipulador telescópico para su traslado hasta el camión situado a la entrada de la Planta.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a gestor autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

9.2.4 DESMANTELAMIENTO DE LA OBRA CIVIL

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en la Planta, se procederá a su demolición y retirada de escombros a gestor autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones de la Planta, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

9.2.5 DESMANTELAMIENTO DEL VALLADO PERIMETRAL

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo manualmente, retirando los postes y vallas metálicas. Los residuos generados serán acopiados en camión para su traslado a una planta de tratamiento o gestor autorizado para su reciclado.

9.3 MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.

Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.

Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021229

Tabla 17: Medidas correctoras y restauración paisajística

Factor Ambiental	Medidas Correctoras
Contaminación Atmosférica	Reducir los niveles de polvo.
Contaminación Acústica	Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento. Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas. Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud.
Suelo	Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase. Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones.
Vegetación	Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.
Paisaje	Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones.

9.4 GESTIÓN DE RESIDUOS

Todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o gestionados para su eliminación.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

9.5 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El ejecutor de los trabajos de desmantelamiento realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

9.6 MEDICIONES Y PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
Generador Fotovoltaico				
8,310.00	Ud	Desmontaje, carga y transporte de módulos fotovoltaicos	0.45 €	3,739.50 €
109.00	Ud	Desmontaje, carga y transporte de estructuras fijas	55.00 €	5,995.00 €
Instalación Eléctrica de BT				
24,904.28	ml	Desconexión de cableado eléctrico	0.29 €	7,222.24 €
3.00	Ud	Desmantelamiento de inversores y equipos eléctricos asociados	215.00 €	645.00 €

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
3.00	Ud	Desmontaje de aparamenta y equipos de centros de transformación	98.10 €	294.30 €
Instalación Eléctrica de MT				
1,377.00	ml	Desconexión de cableado eléctrico	4.95 €	6,816.15 €
3.00	Ud	Desmontaje de transformadores y aparamenta de los centros de transformación	54.00 €	162.00 €
1,817.98	ml	Desmontaje de la red de tierras	2.99 €	5,435.76 €
1.00	Ud	Desmontaje de aparamenta y equipos del centro de Protección y Medida	250.00 €	250.00 €
Obra Civil				
854.00	Ud	Desmontaje de las hincas de los seguidores	4.70 €	4,013.80 €
1.00	Ud	Desmontaje, carga y transporte de Oficinas temporales	3,000.00 €	3,000.00 €
465.00	m^2	Eliminación de viales	2.78 €	1,292.70 €
8.72	Ha	Movimiento de tierras para restauración	200.00 €	1,744.00 €
Cerramiento Perimetral				
1,219.00	ml	Desmontaje del vallado	2.18 €	2,657.42 €
1.00	Ud	Desmontaje de puerta de acceso	250.00 €	250.00 €
1.00	Ud	Desmontaje del sistema de seguridad	9,000.00 €	9,000.00 €
Restauración Paisajística				
8.72	ha	Restauración capa vegetal	88.00 €	767.36 €
TOTAL				53,285.23 €

El presupuesto total del desmantelamiento de la PSFV asciende a 53.285,23 € + IVA.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 000929
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES

CONTENIDO

1 OBJETO DEL PLIEGO 144
2 ALCANCE 144
3 NORMATIVA 144
4 RELACIONES GENERALES 146
4.1 La propiedad 146
4.2 La dirección facultativa 146
4.3 El contratista y su personal de obras 146
4.4 Residencia del contratista 146
4.5 Oficina de obra del contratista 147
4.6 El libro de órdenes 147
4.7 Órdenes al contratista 147
4.8 Interpretación del proyecto y sus modificaciones 148
5 OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA 148
5.1 Obligaciones sociales y laborales 148
5.2 Contratación de personal 148
5.3 Subcontratas 149
5.4 Organismos oficiales 149
5.5 Conocimiento del emplazamiento de las obras 149
5.6 Servidumbres y permisos 150
5.7 Protección del medio ambiente 150
5.8 Vigilancia de las obras 151
5.9 Guardería de las obras 152
5.10 Anuncios y carteles 152
6 EL CONTRATO. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA 152
6.1 El contrato 152
6.2 Documentación técnica 153
6.3 Alcance jurídico de la documentación técnica 153
6.4 Modificaciones del contrato 154
6.5 Conclusión del contrato 155
7 COMPONENTES Y MATERIALES 156
7.1 Generalidades 156
7.2 Generador fotovoltaico 156
7.3 Estructuras soporte 156

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LLOVERA PERDIA Colegiado nº 10219291

7.4 Inversores DC/AC ... 157
8 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ... 157
8.1 Comprobación del replanteo ... 157
8.2 Replanteo ... 158
8.3 Programa de trabajos ... 158
8.4 Accesibilidad y comunicación ... 158
8.5 Instalaciones, maquinaria y medios auxiliares ... 159
8.6 Recepción de materiales ... 159
8.7 Pruebas de funcionamiento ... 160
8.8 Obras defectuosas y trabajos no autorizados ... 160
8.9 Trabajos nocturnos ... 160
8.10 Control de calidad ... 161
8.11 Conservación durante la ejecución de las obras ... 161
9 ABONO DE LA OBRA EJECUTADA ... 162
9.1 Medición de la obra ejecutada ... 162
9.2 Valoración de la obra ejecutada ... 162
9.3 Certificaciones ... 163
9.4 Precios unitarios de contrato ... 163
9.5 Partidas alzadas o unitarias ... 164
9.6 Precios contradictorios ... 164
9.7 Abonos a cuenta por materiales acopiados ... 165
9.8 Penalidades ... 165
9.9 Garantías y fianzas ... 165
10 CIMENTACIONES. ACEROS. MALLAZOS ... 166
10.1 Descripción ... 166
10.2 Componentes ... 166
10.3 Condiciones previas ... 166
10.4 Ejecución ... 166
10.5 Control ... 166
10.6 Medición y valoración ... 168
10.7 Normativa ... 168
11 CIMENTACIONES. HORMIGONES AUXILIARES. HORMIGÓN DE LIMPIEZA ... 168
11.1 Descripción ... 168
11.2 Componentes ... 169
11.3 Condiciones previas ... 169
11.4 Ejecución ... 169

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FERNANDO JOSE LINARES DEL CAMPO nº 00219295

11.5 Control 169
11.6 Medición y valoración 169
11.7 Normativa 169
11.8 CIMENTACIONES. HORMIGONES ARMADOS Y ENCOFRADOS. ZAPATAS 170
11.9 Descripción 170
11.10 Componentes 170
11.11 Condiciones previas 170
11.12 Requisitos de dosificación 170
11.13 Requisitos del pedido 170
11.14 Condiciones de transporte 171
11.15 Condiciones de ejecución 171
11.16 Condiciones de curado 172
11.17 Requisitos de las zapatas 173
11.18 Control 173
11.19 Inspecciones 173
11.20 Pruebas de carga 174
11.21 Criterios de aceptación y rechazo 174
11.22 Medición y valoración 176
11.23 Normativa 176
12 ELECTRICIDAD. INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS 176
12.1 Objeto 176
12.2 Formas de canalizaciones 176
12.3 Trazado 177
12.4 Seguridad 177
12.5 Materiales 177
12.6 Ejecución 179
12.7 Pruebas eléctricas 184
13 ELECTRICIDAD. INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 185
13.1 Materiales 185
13.2 Ejecución 185
13.3 Inspección 188
13.4 Normativa 188
14 ELECTRICIDAD. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS 188
14.1 Objeto 188
14.2 Formas de canalizaciones 189
14.3 Trazado 189

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LINARES REDO. Colegiado nº 002192

14.4 Seguridad 189
14.5 Materiales 189
14.6 Ejecución 192
15 OBRA CIVIL. EXPLANACIONES. DESBROCE DEL TERRENO 199
15.1 Definición 199
15.2 Ejecución de las obras 199
15.3 Medición y abono 201
15.4 Normativa 201
16 OBRA CIVIL. EXPLANACIONES. EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS 201
16.1 Definición 201
16.2 Clasificación de las excavaciones 201
16.3 Ejecución de las obras 202
16.4 Medición y abono 206
16.5 Normativa 207
17 OBRA CIVIL. EXPLANACIONES. EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS 207
17.1 Definición 207
17.2 Clasificación de las excavaciones 207
17.3 Ejecución de las obras 207
17.4 Excesos inevitables 208
17.5 Tolerancias de las superficies acabadas 208
17.6 Medición y abono 209
17.7 Normativa 209
18 OBRA CIVIL. EXPLANACIONES. RELLENOS LOCALIZADOS 209
18.1 Definición 209
18.2 Zonas de los rellenos 209
18.3 Materiales 210
18.4 Equipo necesario para la ejecución de las obras 210
18.5 Ejecución de las obras 210
18.6 Limitaciones de la ejecución 212
18.7 Medición y abono 212
18.8 Normativa 213
19 OBRA CIVIL. FIRMES. ZAHORRAS 213
19.1 Definición 213
19.2 Materiales 213
19.3 Tipo y composición del material 216
19.4 Equipo necesario para la ejecución de las obras 216

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

19.5 Ejecución de las obras 218
19.6 Tramo de prueba 219
19.7 Especificaciones de la unidad terminada 220
19.8 Limitaciones de la ejecución 221
19.9 Control de calidad 221
19.10 Criterios de aceptación o rechazo del lote 224
19.11 Medición y abono 225
19.12 Especificaciones técnicas y distintivos de calidad 225
19.13 Normativa 226

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1 OBJETO DEL PLIEGO

El objeto de este Pliego es definir las condiciones mínimas que han de regir en la ejecución de las obras comprendidas en el Proyecto. Además, pretende servir de guía para asegurar una calidad en las instalaciones en términos de rendimiento, producción e integración.

2 ALCANCE

Se entenderá que su contenido rige para todas las materias que comprenden y expresan los distintos capítulos, en cuanto no se opongan a lo establecido en la legislación vigente. En especial los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos.

Las unidades de obra que no se hayan incluido y señalado específicamente en este Pliego, se ejecutarán de acuerdo con los establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables a dichas unidades, con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena práctica en la construcción y con las indicaciones que, sobre el particular, señale la Dirección Facultativa de la Obra.

3 NORMATIVA

- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 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.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008. Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- 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 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas,
- Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCOJOSEUNAHERDIA, Colegiado nº 0021929

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas en alta tensión y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23. Aprobado por Real Decreto 337/2014.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 54/1997 y ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 54/1997.
- Real Decreto-ley 2/2001, por el que se modifica la disposición transitoria sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, y determinados artículos de la Ley 16/1989, de 17 de julio, de Defensa de la Competencia.
- Ley 17/2007, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo 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.
- Orden EHA/408/2010, por la que se aprueban los modelos de autoliquidación 681, 682, 683 y 684 para el ingreso de las tasas establecidas en el apartado 9 de la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico y los plazos y forma de presentación de los mismos.
- Orden EHA/1259/2011, por la que se modifica la Orden EHA/408/2010, de 24 de febrero, por la que se aprueban los modelos de autoliquidación 681, 682, 683 y 684 para el ingreso de las tasas establecidas en el apartado 9 de la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico y los plazos y forma de presentación de los mismos.
- Orden IET/18/2013, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 28 de diciembre de 2012, por el que se habilita a la Dirección General de Política Energética y Minas para la autorización o la emisión de informes favorables a los que hace referencia el artículo 36.3 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para determinadas instalaciones de la red de transporte de electricidad de conformidad con lo establecido en el artículo 10.5 del Real Decreto-ley 13/2012, de 30 de marzo.
- Normas básicas de la Edificación.
- Instrucción del hormigón estructural EHE.
- Normas UNE/IEC y recomendaciones UNESA
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.

También se seguirá en todo lo posible otras normas como las UNE de la asociación española de normalización y certificación (AENOR), normas NTE del ministerio de obras públicas y urbanismos, y otras de organismos internacionales como las CEN o ISO, como las siguientes:

- UNE-EN 60891:2010 procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- UNE-EN 60904-1:2007 dispositivos fotovoltaicos parte 1: medida de la característica I-V de los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 60904-2:2015 dispositivos fotovoltaicos parte 2: requisitos de células solares de referencia.
- UNE-EN 60904-3:2019 dispositivos fotovoltaicos parte 3: fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
- UNE-EN 60904-5:2012 dispositivos fotovoltaicos parte 5: determinación de la temperatura de la célula equivalente (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto.
- UNE EN 60364-7-712: 2013 Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE-EN 61215:2006 módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre, cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 61724:2000 Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 (02/02) en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº
VISADO

- UNE-EN 61727:1996 sistemas fotovoltaicos (FV), características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

4 RELACIONES GENERALES

El presente Pliego obliga a la Propiedad, a la Dirección Facultativa de las obras y al Contratista.

4.1 La propiedad

El término propiedad se refiere a cualquier persona, física o jurídica, representante de la misma, autorizado legalmente.

4.2 La dirección facultativa

El término Dirección Facultativa se refiere al Ingeniero que lleve oficialmente la dirección de las obras o a la persona o personas autorizadas formalmente por éste para representarle en algún aspecto relacionado con esta dirección, por una parte, y por otra al Ingeniero Técnico de la obra propuesto y aceptado por la propiedad.

4.3 El contratista y su personal de obras

Se entiende por Contratista la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por Delegado de Obra del Contratista, la persona designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad y la Dirección Facultativa, con capacidad suficiente para:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.
- Proponer a ésta, o colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.

La Propiedad y la Dirección Facultativa exigirán que el Delegado tenga la titulación Ingeniero y que, además, disponga del personal facultativo necesario a sus órdenes, entre ellos un Ingeniero Técnico.

La Dirección de obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos. Asimismo, la Dirección Facultativa podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado y, en su caso, de cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique la marcha de los trabajos.

4.4 Residencia del contratista

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129
VISADO

El Contratista está obligado a comunicar a la Propiedad, en un plazo de quince (15) días a partir de la fecha en que se le haya notificado la adjudicación definitiva de las obras, su residencia o la de su Delegado, a todos los efectos derivados de la ejecución de aquellas.

Desde que comiencen las obras hasta su Recepción Definitiva, el Contratista o su Delegado, deberán residir en el lugar indicado y, en caso de ausencia, quedará obligado a comunicar fehacientemente a la Dirección la persona que designe para sustituirle.

4.5 Oficina de obra del contratista

El Contratista deberá instalar antes del comienzo de las obras, y mantener durante la ejecución de las mismas, una oficina de obras en el lugar que considere más apropiado, previa conformidad del Director. Esta oficina deberá contar con una sala de reuniones suficientemente amplia y una sala de trabajo para la Dirección Facultativa. También deberá contar con los medios tecnológicos modernos que fuesen necesarios a juicio del Director de la Obra (teléfono, ordenador, impresora y línea de fax por lo menos).

El Contratista deberá, necesariamente, conservar en ella copia autorizada de los documentos contractuales del Proyecto o Proyectos base del Contrato y el libro de órdenes; a tales efectos, la Propiedad suministrará a aquél una copia de los mismos, antes de la fecha en que tenga lugar la Comprobación de Replanteo.

4.6 El libro de órdenes

El Libro de Órdenes, debidamente diligenciado por el organismo o Colegio Profesional correspondiente, se abrirá en la fecha de Comprobación de Replanteo y se cerrará en la de la Recepción Definitiva.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección en la oficina de obra del Contratista que, cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

Efectuada la Recepción Definitiva, el Libro de Órdenes pasará a poder el Director, si bien podrá ser consultado, en todo momento, por el Contratista.

El Contratista está obligado a proporcionar a la Dirección las facilidades necesarias para la recogida de los datos de toda clase que sean precisos para que ésta pueda llevar correctamente el Libro de Órdenes.

4.7 Órdenes al contratista

El Contratista se atendrá, en el curso de la ejecución de las obras, a las órdenes e instrucciones que se sean dadas por la Dirección, que se le comunicarán por escrito a través del Libro de Órdenes, debiendo, el Contratista o su Delegado, firmar el "Enterado".

Cuando el Contratista estime que las prescripciones de una Orden sobrepasan las obligaciones del contrato, deberá presentar la observación escrita y justificada en un plazo de treinta (30) días, transcurrido el cual no será atendible. La reclamación no suspende la ejecución de la orden de servicio.

El Contratista está obligado a aceptar las prescripciones escritas que señale la Dirección, aunque supongan modificación o anulación de órdenes precedentes, o alteración de planos previamente autorizados o de su documentación aneja.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

4.8 Interpretación del proyecto y sus modificaciones

Sin perjuicio de las disposiciones precedentes, el Contratista está obligado a ejecutar las obras ateniéndose estrictamente a los planos, perfiles, dibujos, órdenes de servicio y, en su caso, a los modelos que le sean suministrados en el curso del contrato.

Corresponde exclusivamente a la Dirección Facultativa la interpretación del Proyecto y, por consiguiente, la expedición de órdenes complementarias, gráficas o escritas, para el desarrollo del mismo.

El Contratista carece de facultades para introducir modificaciones en el Proyecto de las obras contratadas, en los planos de detalle autorizados por la Dirección o en las órdenes que le hayan sido comunicadas. A requerimiento del Director, el Contratista estará obligado, a su cargo, a sustituir los materiales indebidamente empleados, y a la demolición y reconstrucción de las obras ejecutadas en desacuerdo con las órdenes o los planos autorizados.

Si la Dirección estimase que ciertas modificaciones ejecutadas bajo la iniciativa del Contratista son aceptables, las nuevas disposiciones podrán ser mantenidas, pero entonces el Contratista no tendrá derecho a ningún aumento de precio, tanto por dimensiones mayores como por un mayor valor de los materiales empleados. En este caso las mediciones se basarán en las dimensiones fijadas en los planos y órdenes. Si, por el contrario, las dimensiones son menores o el valor de los materiales es inferior, los precios se reducirán proporcionalmente.

La Propiedad, de acuerdo con la Dirección Facultativa, se reserva la facultad de realizar modificaciones en el Proyecto o en las obras. Si de estas modificaciones se dedujera la necesidad de formular nuevos precios, se establecerán contradictoriamente, en la forma que se especifica más adelante.

5 OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA

5.1 Obligaciones sociales y laborales

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de Seguridad Social y de Seguridad y Salud.

El Contratista deberá constituir el órgano necesario con función específica de velar por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre Seguridad y Salud y designará el personal técnico de seguridad que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista, o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la Propiedad.

En cualquier momento, la Dirección Facultativa podrá exigir del Contratista la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la Seguridad Social de los Trabajadores ocupados en la ejecución de las obras objeto del Contrato.

5.2 Contratación de personal

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129

Corresponde al Contratista, bajo su exclusiva responsabilidad, la contratación de toda la mano de obra que precise para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y en las condiciones que fije la normativa laboral vigente.

El Contratista deberá disponer del equipo técnico necesario para la correcta interpretación de los planos, para elaborar los planos de detalle, para efectuar los replanteos que le correspondan, y para la ejecución de la obra de acuerdo con las normas establecidas en el presente Pliego y en el de Condiciones Particulares.

El Director de Obra podrá exigir la retirada de la obra del empleado u operario del Contratista que incurra en insubordinación, falta de respeto a él mismo o a sus subalternos, o realice actos que comprometan la buena marcha o calidad de los trabajos, o por incumplimiento reiterado de las normas de seguridad.

El Contratista entregará a la Dirección, cuando ésta lo considere oportuno, la relación de personal adscrito a la obra, clasificado por categorías profesionales y tajos.

El Contratista es responsable de las malversaciones o fraudes que sean cometidos por su personal en el suministro o en el empleo de los materiales.

5.3 Subcontratas

Cuando en este Pliego se alude al Contratista, se hace referencia al Constructor Principal o General de la Obra, si es uno sólo, o al que haya contratado directamente con la Propiedad la parte de obra adjudicada, pero no a otros que hayan podido subcontratar o destajar trabajos parciales bajo la exclusiva responsabilidad del Constructor Principal.

El Contratista será responsable de la observancia de lo dispuesto en este Pliego y en todos los documentos que integran el Proyecto, por parte de los subcontratistas y del personal de éstos.

Las subcontratas que realizase el Contratista, podrán ser rechazadas por la Dirección Facultativa, por los mismos motivos y en las mismas condiciones establecidas para el personal del Contratista.

5.4 Organismos oficiales

La contrata deberá gestionar ante los Organismos competentes los inicios de obra, la vigilancia de la misma y la recepción por parte de dichos organismos, así como los problemas que puedan surgir con ellos a lo largo de la obra. Deberá mantener con los mismos los debidos contactos, para evitar posibles discrepancias de criterios.

5.5 Conocimiento del emplazamiento de las obras

El Contratista tiene la obligación de haber inspeccionado y estudiado el emplazamiento y sus alrededores, su configuración y naturaleza, así como el alcance de los trabajos a realizar y los materiales necesarios para la ejecución de las obras, los accesos al emplazamiento y los medios que pueda necesitar.

Ningún error de interpretación que pudieran contener o surgir del uso de documentos, estudios previos, informes técnicos o suposiciones establecidas en el Proyecto y, en general, de toda la información adicional suministrada a los licitadores por la Propiedad, o procurada por éstos directamente, relevará al Contratista de las obligaciones dimanantes del Contrato.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 0021929
VISADO

5.6 Servidumbres y permisos

El Contratista está obligado a mantener provisionalmente durante la ejecución de la obra, y a reponer a su finalización, todas las servidumbres existentes. Tal relación podrá ser rectificada como consecuencia de la Comprobación de Replanteo o de necesidades surgidas durante la ejecución de la obra.

Son de cuenta del Contratista los trabajos necesarios para el mantenimiento y reposición de tales servidumbres.

Los servicios de suministro y distribución de agua potable, energía eléctrica, gas y teléfono, así como los de saneamiento, tendrán el carácter de servidumbres.

En cualquier caso, se mantendrán, durante el desarrollo de las obras, todos los accesos a las viviendas y fincas existentes en la zona afectada por las obras.

El Contratista deberá obtener, con la antelación necesaria para que no se presenten dificultades en el cumplimiento del Programa de Trabajos, todos los permisos que se precisen para la ejecución de las obras. Los gastos de gestión derivados de la obtención de estos permisos serán siempre a cuenta del Contratista. Asimismo, abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal de terrenos para instalaciones, explotación de canteras, préstamos o vertederos, y obtención de materiales.

El Contratista estará obligado a cumplir estrictamente todas las condiciones que haya impuesto el organismo o la entidad otorgante del permiso, en orden a las medidas, precauciones, procedimientos y plazos de ejecución de los trabajos para los que haya sido solicitado el permiso.

5.7 Protección del medio ambiente

El Contratista estará obligado a evitar la contaminación del aire, cursos de agua superficial o subterránea, lagos, cultivos, montes y, en general, cualquier clase de bien público o privado que pudiera producir la ejecución de las obras, la explotación de canteras, los talleres, y demás instalaciones auxiliares, aunque estuvieren situadas en terrenos de su propiedad. Los límites de contaminación admisibles serán los definidos como tolerables, en cada caso, por las disposiciones vigentes o por la Autoridad competente.

La contaminación producida por los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras se mantendrá dentro de los límites de frecuencia e intensidad tales que no resulten nocivos para las personas afectas a la misma, según sea el tiempo de permanencia continuada bajo el efecto del ruido o la eficacia de la protección auricular adoptada, en su caso.

Con vistas a la protección de la atmosfera, se deberá evitar la producción de polvo. Para tal, se efectuarán riegos periódicos en las pistas de acceso y en la zona de ejecución de las obras de instalación de la planta, si las condiciones climatológicas y circunstancias del trabajo lo aconsejan, además de cualquier otra medida adecuada a tal fin, con objeto de cumplir la normativa vigente de protección del medio ambiente atmosférico.

Para la protección del cursos de agua superficial o subterránea, cualquier acopio de materiales se ubicará de manera que se impida cualquier riesgo de vertido, ya sea directo o indirecto, por escorrentía, erosión, infiltración u otros mecanismos sobre las aguas superficiales o subterráneas. Para la elección de la ubicación de las instalaciones auxiliares se ha evitado, en la medida de lo posible, la ocupación de terrenos situados sobre materiales de alta permeabilidad.

Las zonas donde se ubiquen las instalaciones auxiliares y parques de maquinaria deberán ser impermeabilizadas para evitar la contaminación del suelo y las aguas subterráneas. Las aguas procedentes

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929

de estas zonas deberán ser recogidas y gestionadas adecuadamente. Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar que no se produzcan vertidos al terreno o a los cursos de agua.

Aún con vistas a protección de las agua superficiales o subterráneas y evitar cualquier filtración del aceite aislante de los transformadores instalados en la planta, se dotarán todos ellos, de un sistema de recogida de aceite (foso/tanque) y evitar de esta forma cualquier contaminación del terreno y cursos de aguas del entornos, en el caso que pudiera ocurrir accidentalmente cualquier derrame.

Todos los gastos que originase la adaptación de las medidas y trabajos necesarios para el cumplimiento de lo establecido en el presente artículo serán a cargo del Contratista, por lo que no serán de abono directo.

5.8 Vigilancia de las obras

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto del contrato, por lo que deberá adoptar a su cargo y bajo su responsabilidad las medidas que le sean señaladas por las Autoridades competentes, por los Reglamentos vigentes y por el Director. A este respecto son obligación del Contratista, entre otras, las siguientes medidas:

Limpiar todos los espacios interiores y exteriores de la obra de escombros, materiales sobrantes, desperdicios, basuras, chatarra, andamios y de todo aquello que impida el perfecto estado de la obra y sus inmediaciones.

Proyectar, construir, equipar, operar, mantener, desmontar y retirar de la zona de la obra las instalaciones necesarias para la recogida, tratamiento y evacuación de las aguas residuales de sus oficinas e instalaciones, así como para el drenaje de las áreas donde estén ubicadas y de las vías de acceso.

En caso de heladas o nevadas, adoptar las medidas necesarias para asegurar el tránsito de vehículos y peatones en las carreteras, caminos, sendas, plataformas, andamios y demás accesos y lugares de trabajo que no hayan sido cerrados eventualmente en dichos casos.

Retirar de la obra las instalaciones provisionales, equipos y medios auxiliares en el momento en que no sean necesarios.

Adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos necesarios para que la obra, durante su ejecución y una vez terminada, ofrezca un buen aspecto a juicio de la Dirección.

Establecer y mantener las medidas precisas, por medio de agentes y señales, para indicar el acceso a la obra y ordenar el tráfico en la zona de obras, especialmente en los puntos de posible peligro, tanto en dicha zona como en sus lindes e inmediaciones.

Llevar a cabo la señalización en estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia, bajo su propia responsabilidad, y sin perjuicio de lo que sobre el particular ordene el Director.

Cuando dicha señalización se aplique sobre instalaciones dependientes de organismos públicos, el Contratista estará obligado además a lo que sobre el particular establezcan las normas del organismo público a que se encuentre afecta la instalación.

En casos de conflictos de cualquier clase que afecten o estén relacionados con la obra, que pudieran implicar alteraciones de orden público, corresponderá al Contratista la obligación de ponerse en contacto con las Autoridades competentes y colaborar con ellas en la disposición de las medidas adecuadas para evitar dicha alteración, manteniendo al Director debidamente informado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00999

Se pondrá un especial cuidado en la adopción de las medidas necesarias para la protección de instalaciones eléctricas y telefónicas, en el almacenamiento y empleo de explosivos, carburantes, gases y cualquier material inflamable, deflagrante o detonante que pueda representar peligro para las personas de obra o ajenas a la misma.

Se prestará particular atención a la vigilancia, por parte de los operarios responsables de la empresa constructora, de la protección reglamentaria de huecos o aberturas en suelos, al mantenimiento y reposición de vallados, barandillas y señalizaciones, y a la inspección diaria de los andamios, maquinaria y medios auxiliares que se utilicen en la Obra. Asimismo, deberán efectuarse reconocimientos del terreno durante la ejecución de las obras, cuando bien por causas naturales o por efectos de los propios trabajos de obra, sean posibles los movimientos del terreno no controlados. En este último caso el Contratista adoptará de inmediato las protecciones, entibaciones y las medidas de seguridad que la actual tecnología ofrezca, sin perjuicio de que la Dirección proponga las medidas a tomar a medio y largo plazo.

Todos los gastos que origine el cumplimiento de lo establecido en el presente apartado serán de cuenta del Contratista, por lo que no serán de abono directo, esto es, se consideran incluidos en los precios del contrato.

5.9 Guardería de las obras

El Contratista, atendiendo a la importancia de la obra, empleará los guardas, diurnos y nocturnos, necesarios para la vigilancia de la zona de trabajos, almacenamiento y acopio, tanto para proteger vidas humanas como materiales y bienes durante todo el periodo de la obra. Los guardas serán responsables del adecuado emplazamiento de las luces de seguridad, empalizadas y dispositivos de seguridad, durante las horas, de cualquier día, en que no se efectúen trabajos y, en particular, durante las noches, sábados, domingos y días festivos.

En general, será responsabilidad del Contratista, proporcionar protección adecuada a todos los materiales y equipo, para evitar su deterioro y daños en todo momento y en cualesquiera condiciones climatológicas.

Los gastos originados para el cumplimiento de lo establecido en el presente apartado se consideran incluidos en los precios del contrato.

5.10 Anuncios y carteles

Ni en las vallas, ni en ningún lugar de las obras, podrán colocarse anuncios, carteles ni inscripciones de ningún tipo sin la autorización previa de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa, de acuerdo con la Propiedad, tendrá las atribuciones para indicar el formato, tipo, dimensiones y lugar de colocación de los carteles y rótulos. Asimismo, podrá ordenar la retirada de los que se colocasen sin cumplir con los requisitos establecidos en el presente apartado.

6 EL CONTRATO. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

6.1 El contrato

La Propiedad y el Contratista formalizarán contrato mediante documento privado o público, a petición de cualquiera de las partes, con arreglo a las disposiciones legales vigentes. Ambos, antes de firmar el Contrato, aceptarán y firmarán el Pliego de Condiciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 002199

En el Contrato se acordarán y especificarán las condiciones y particularidades que convengan ambas partes, y todas aquellas que sean necesarias como complemento de este Pliego: plazos, porcentajes, revisión de precios, causas de rescisión, liquidación por rescisión, arbitrajes, etc.

6.2 Documentación técnica

El Proyecto que define y especifica las obras objeto del Contrato se considerará anejo inseparable de éste.

El Proyecto está integrado por los siguientes documentos:

- Memoria
- Cálculos
- Planos
- Pliego de Condiciones
- Presupuesto
- Estudio de Seguridad y Salud

También formará parte del Contrato, aquella documentación técnica que se incorpore a los documentos de adjudicación o de formalización del contrato, que vengan a definir la obra a ejecutar al nivel de detalle posible en el momento de la licitación. Todos los documentos técnicos deberán disponer del visto bueno del Director.

El Contratista deberá entregar a la Propiedad, a través de la Dirección Facultativa, los planos de detalle correspondientes a instalaciones de obra y obras auxiliares necesarias para la ejecución de las obras, tales como: caminos y accesos, oficinas, laboratorios, talleres y almacenes, parques de acopio de materiales, instalaciones de suministro de agua, electricidad, telefonía y saneamiento, servicios médicos, producción de áridos y fabricación y puesta en obra del hormigón, etc.

El Contratista está obligado, también, a presentar para su aprobación los planos, las prescripciones técnicas y la información complementaria para la ejecución y el control de los trabajos que hayan de ser realizados por algún subcontratista especializado, tales como sondeos, inyecciones, cimentaciones indirectas, trabajos subacuáticos, obras realizadas por procedimientos patentados u otros trabajos de tecnología especial.

El Contratista al finalizar la obra, y antes de la recepción provisional, estará obligado a entregar los planos "AS-BUILT" de cada una de las instalaciones ejecutadas.

6.3 Alcance jurídico de la documentación técnica

Los errores materiales que puedan contener los documentos del Proyecto podrán dar lugar a revisión de las condiciones estipuladas en el Contrato si son denunciadas, por cualesquiera de las partes, dentro de dos (2) meses computados a partir de la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo y afecten, además, al importe de la obra, al menos en un veinte (20) por ciento. En caso contrario, sólo darán lugar a su rectificación, con independencia del criterio de abono.

Todos los documentos que integran el Proyecto se considerarán complementarios, recíprocamente, es decir que lo mencionado en uno y omitido en otro, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio de la Dirección Facultativa, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y ésta tenga precio en el contrato.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo los trabajos de acuerdo con los criterios expuestos en ambos documentos, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en Planos y Pliego de Condiciones. Con independencia del criterio que se utilice para su abono.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo dispuesto en este último.

6.4 Modificaciones del contrato

Cuando se produzca una paralización de las obras cuya duración se prevea que puede exceder de seis (6) meses o de la quinta (5ª) parte del plazo total de ejecución, se extenderá un Acta de interrupción firmada por la Dirección Facultativa y el Contratista o su Delegado. En la referida Acta se enumeran, exhaustivamente, las causas de la interrupción. Una vez que puedan reanudarse las obras, la reanudación se documentará y tramitará con las mismas formalidades que las previstas para su interrupción.

Si la interrupción fuera motivada por causa imputable al Contratista, el incumplimiento de los plazos parciales o del total deja en suspenso la aplicación de la cláusula de revisión de precios y, en consecuencia, el derecho a la liquidación por revisión de obra ejecutada en mora, que se abonará a los precios primitivos del contrato. Sin embargo, cuando restablezca el ritmo de ejecución determinado por los plazos parciales, recuperará, a partir de ese momento, el derecho a la revisión en las certificaciones sucesivas.

Cuando se produjera la interrupción por causas no imputables al Contratista, si éste solicitara dentro del plazo contractual de ejecución de la obra prórroga del mismo, podrá concedérsele un plazo igual al de interrupción, salvo que solicite uno menor.

Si la Propiedad acordara paralizar la ejecución del contrato, se formalizará mediante Acta de Suspensión firmada por la Dirección Facultativa y el Contratista, en la que se reflejarán las causas motivadoras de la suspensión.

Si por causas no imputables al Contratista o por decisión de la Propiedad se produjese la suspensión definitiva de las obras, el Contratista tendrá derecho al valor de las efectivamente realizadas, a la revisión de precios prevista por la parte de obra ejecutada, en su caso, y al beneficio industrial del resto. En el caso de que la suspensión fuese de carácter temporal, por tiempo superior a la quinta (5ª) parte del plazo total del contrato, el Contratista tendrá derecho a revisión de precios de la obra ejecutada y a la indemnización de los daños y perjuicios que se le hubieren irrogado por esta causa. Si la suspensión fuese por plazo inferior, sólo tendrá derecho a la revisión de precios. En cualquier caso, de los expuestos, se aplicarán los coeficientes que correspondan a las fechas en que se ejecutaron las obras.

Cuando sea necesario modificar alguna característica o dimensión de los materiales a emplear en la ejecución de alguna unidad de obra de la que figura precio en el contrato y ello no suponga un cambio en la naturaleza ni en las propiedades intrínsecas de las materias primas que lo constituyen, por lo que dicha modificación no implica una diferencia sustancial de la unidad de obra, la Dirección Facultativa fijará Precio Nuevo a la vista de la propuesta y de las observaciones del Contratista.

Estos Precios Nuevos se calcularán por interpolación o extrapolación entre los precios de unidades de obra del mismo tipo que figuren en los Cuadros de Precios del Contrato, en función de los precios de mercado del material básico que se modifica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LLINA HEREDIA, Colegiado nº 002999

Cuando las modificaciones del Proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en el contrato o cuyas características difieran sustancialmente de las incluidas en el mismo, los precios de aplicación serán fijados contradictoriamente entre ambas partes.

En cualquier caso, para la fijación de los Precios Contradictorios se utilizarán los costes de mano de obra, materiales, maquinaria y demás precios auxiliares incorporados al contrato, y en su defecto los que correspondan a la fecha en que tuvo lugar la licitación.

Los Precios Nuevos o Contradictorios, una vez aceptados por la Propiedad, se considerarán incorporados, a todos los efectos, a los Cuadros de Precios del Proyecto que sirvió de base para el contrato.

6.5 Conclusión del contrato

Dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de terminación de las obras, se procederá al acto de Recepción Provisional de las mismas, la cual se realizará de acuerdo con la reglamentación vigente que le afecte y con lo establecido en este Pliego.

Podrán ser objeto de Recepción Provisional aquellas partes de obra que deban ser ejecutadas en las fases y plazos parciales establecidos en el contrato.

Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, la Dirección Facultativa las dará por recibidas provisionalmente y se entregarán al uso y destino correspondiente.

La Recepción Provisional se formalizará mediante un Acta que será firmada por la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista.

El plazo de garantía comenzará el día siguiente al de la firma del Acta de Recepción Provisional. Su duración se establecerá en el contrato y no podrá ser inferior a un (1) año, salvo circunstancias especiales.

En los casos en que haya lugar a Recepciones Provisionales parciales, el plazo de garantía de las partes recibidas comenzará a contarse desde la fecha de las respectivas Recepciones parciales.

La Dirección Facultativa y el Contratista, o su Delegado, acordarán la fecha en que ha de procederse a la medición general para la liquidación de la obra ejecutada. El Contratista, o su Delegado, tienen la obligación de asistir a la toma de datos y realización de la medición general que efectuarán conjuntamente con la Dirección Facultativa. Si por causas que le sean imputables, no cumple tal obligación, no podrá realizar reclamación alguna en orden al resultado de la medición, salvo justificación fehaciente de la no imputabilidad de aquellas causas.

Para realizar la medición general, se utilizarán como datos complementarios la Comprobación de Replanteo, los replanteos parciales y las mediciones efectuadas durante la ejecución de la obra, el Libro de Órdenes, el Libro de Incidencias si lo hubiera, y cuantos otros estimen necesarios la Dirección Facultativa y el Contratista.

La Dirección Facultativa formulará la liquidación de las obras aplicando al resultado de la medición general los precios y condiciones económicas del contrato.

Las reclamaciones o reparos que estime necesario hacer el Contratista contra el resultado de la medición general o a la vista de liquidación, las dirigirá por escrito a la Propiedad por conducto de la Dirección Facultativa, la cual las elevará a aquella con su informe. Si dicha reclamación no se produce dentro de los diez (10) días siguientes a la formalización de los documentos, se entenderá que se encuentra conforme con los resultados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA EREDIA Colegiado nº 0021929

Dentro de los diez (10) días siguientes al cumplimiento del plazo de garantía, se procederá a la Recepción Definitiva de las obras, que se realizará de acuerdo con la reglamentación vigente al respecto y con lo establecido en este Pliego.

Sólo podrán ser definitivamente recibidas las obras ejecutadas conforme al Proyecto y en perfecto estado.

Una vez recibida definitivamente la obra, el Contratista responderá, en los plazos y términos legales, de los daños y perjuicios que se pudiesen originar por vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento doloso del contrato por su parte.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929
VISADO

7 COMPONENTES Y MATERIALES

7.1 Generalidades

La instalación deberá incorporar todos los elementos bajo las características necesarias que garanticen la calidad del suministro eléctrico. La instalación no podrá dar origen a condiciones peligrosas para el personal que esté presente en la instalación o la explotación de la red de distribución. Así como no deberá provocar verías en la red, disminución de condiciones de seguridad o alteraciones mayores a las admitidas en la normativa aplicable.

Se deberá asegurar como mínimo un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase 1, que aplicará a equipos (módulos, inversores…) y a materiales (conductores, armarios de conexión…). Los materiales situados a la intemperie deberán poder resistir los efectos perjudiciales de la radiación solar y la humedad.

7.2 Generador fotovoltaico

Todos los paneles fotovoltaicos de la instalación deberán cumplir las especificaciones UNE-EN 62215 (Silicio cristalino) o UNE-EN 61646 (Capa delgada) según aplique y deberán estar homologados por un laboratorio reconocido mediante certificado oficial.

El panel fotovoltaico deberá llevar identificado de forma clara e indeleble el modelo, fabricante y número de serie. Dispondrán de diodos de derivación para minimizar riesgos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección mínimo IP65. Además, su estructura se conectará a tierra.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

7.3 Estructuras soporte

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos deberá cumplir las condiciones obligadas por el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su versión más reciente, así como las demás normas aplicables. Incluyendo las sobrecargas de viento y nieve.

El diseño y construcción de la estructura será tal que permita las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan dañar los paneles. Para ello, los puntos de fijación del panel a la estructura serán en número suficiente y posición adecuada.

Deberá estar protegida frente a agentes ambientales, mediante galvanizado o protección equivalente. Cualquier taladro o mecanizado de las piezas deberá ser realizado previo a la protección de esta. En caso de algún mecanizado posterior, se deberá tomar alguna acción correctiva para proteger de nuevo la estructura. Las estructuras galvanizadas deberán cumplir con las normas UNIE-37-501 y UNIE-37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, que prolongue su vida útil y elimine necesidad de mantenimiento.

La tornillería será de acero inoxidable. En caso de estructura galvanizada se admitirá el uso de tornillería galvanizada excepto para la fijación de los módulos que serán igualmente de acero inoxidable.

La estructura, o elementos que la acompañen, no deberán arrojar sombras sobre los paneles fotovoltaicos en ningún caso.

7.4 Inversores DC/AC

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, incorporando protecciones frente a cortocircuitos, tensión de red o frecuencia fuera del rango, sobretensiones y perturbaciones presentes en la red.

Deberán disponer de las señalizaciones necesarias para su correcta operación e incorporarán los controles automáticos que permitan su supervisión y manejo, así como los controles manuales de encendido/apagado general y conexión/desconexión de la parte de AC.

El inversor deberá ser capaz de inyectar energía a la red a partir del 10% de su potencia nominal, con unos valores de eficiencia superiores al 90% para un rango de potencia del 25 al 100%.

El grado de protección mínimo de los inversores será IP20 en el interior de edificios en lugares inaccesibles, IP en el interior de edificios en lugares accesibles e IP65 para inversores instalados a la intemperie. Sus condiciones de funcionamiento deberás estar garantizadas como mínimo para condiciones ambientales entre 0 y 40° C y 0-85% de humedad relativa.

8 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

8.1 Comprobación del replanteo

Las obras se considerarán comenzadas con el acto de Comprobación del Replanteo General de las Obras por parte de la Dirección Facultativa. La Comprobación del Replanteo se formalizará mediante un Acta que será firmada por la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista.

Serán de cuenta del Contratista todos los gestos derivados de la Comprobación del Replanteo.

La Dirección Facultativa reflejará en el Libro de Órdenes el acto de Comprobación del Replanteo, que autorizará con su firma y al que dará el "enterado" el Contratista, o su Delegado.

La Comprobación de Replanteo deberá incluir, al menos, el eje principal de los diversos tramos o partes de la obra y los ejes principales de las obras de fábrica, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Los vértices de triangulación y los puntos básicos de replanteo se materializarán en el terreno mediante hitos o pilares de carácter permanente. Asimismo, las señales niveladas de referencia principal serán materializadas en el terreno mediante dispositivos fijos adecuados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA IGLESIA, Colegiado nº 00999

El Contratista reflejará en un plano los resultados de las acciones anteriormente descritas, que se unirá al expediente de la obra.

8.2 Replanteo

A partir de la Comprobación del Replanteo, todos los trabajos de replanteo necesarios para la ejecución de las obras serán realizados por cuenta y riesgo del Contratista, excepto estipulación en contra del Pliego de Condiciones Particulares. La Dirección Facultativa, a requerimiento del Contratista, comprobará los replanteos efectuados por éste que no podrá iniciar la ejecución de ninguna obra o parte de ella sin haber obtenido la correspondiente aprobación del replanteo.

La aprobación por parte de la Dirección Facultativa de cualquier replanteo efectuado por el Contratista no supone la aceptación de posibles errores que pudiesen haberse cometido, ni disminuye la responsabilidad del Contratista en la ejecución de las obras. Los perjuicios que ocasionasen los errores de los replanteos realizados por el Contratista, deberán ser subsanados a cargo de éste, en la forma que indique la Dirección Facultativa.

El Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales, aparatos y equipos, personal técnico especializado y mano de obra auxiliar, necesarios para efectuar los replanteos. También ejecutará, a su costa, los accesos, sendas, escalas, pasarelas y andamios necesarios para una correcta realización de estos trabajos.

El Contratista será responsable de la conservación, durante el tiempo de vigencia del Contrato, de todos los puntos topográficos materializados en el terreno y señales niveladas.

8.3 Programa de trabajos

El Contratista estará obligado a presentar un Programa de Trabajos que deberá proporcionar, como mínimo, la siguiente información:

Calendario, con estimación en días de los tiempos de ejecución de las distintas actividades, incluidas las operaciones y obras preparatorias, instalaciones y obras auxiliares y las de ejecución de las distintas partes o clases de obra definitiva.

Valoración mensual de la obra programada.

El Programa de Trabajos habrá de ser compatible con las fases y plazos establecidos en el contrato.

La Dirección Facultativa podrá acordar el no dar curso a las certificaciones de obra hasta que el Contratista haya presentado en debida forma el Programa de Trabajos, sin derecho a intereses de demora por retraso en el pago de estas certificaciones. Las instrucciones, normas o revisiones que dé o haga la Dirección Facultativa para el ajuste del Programa de Trabajos no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de plazos estipulados en el contrato.

Todos los gastos que originase el cumplimiento del presente apartado están incluidos en los precios del contrato, por lo que no serán objeto de abono independiente.

8.4 Accesibilidad y comunicación

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002999

Salvo prescripción específica en algún documento contractual, serán de cuenta del Contratista, todas las vías de comunicación y las instalaciones auxiliares para transporte tales como carreteras, sendas, pasarelas, planos inclinados, montacargas para el acceso de personas, transporte de materiales a la obra, etc.

El sistema básico de telecomunicaciones tales como aparatos telefónicos en oficinas, almacenes, talleres, laboratorios y servicios de primeros auxilios, será de cuenta del Contratista. La Dirección Facultativa podrá fijar el sistema básico de telecomunicaciones de la obra que será instalado mantenido y explotado por el Contratista.

El Contratista deberá realizar las acciones y utilizar los medios materiales y humanos necesarios para mantener accesibles todos los frentes de trabajo o tajos, ya sean de carácter provisional o permanente, durante el plazo de ejecución de las obras.

8.5 Instalaciones, maquinaria y medios auxiliares

Constituye obligación del Contratista el proyecto, la construcción, conservación y explotación, desmontaje, demolición y retirada de obra de todas las instalaciones auxiliares de obra y de las obras auxiliares, necesarias para la ejecución de las obras contratadas.

El Contratista está obligado, bajo su responsabilidad, a proveerse y disponer en obra de todas las máquinas, útiles y medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras, en las condiciones de calidad, capacidad, potencia y cantidad suficientes para cumplir todas las condiciones del contrato, así como a manejarlos, mantenerlos, conservarlos y emplearlos adecuada y correctamente.

Todos los gastos que se originen por el cumplimiento del presente apartado se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y, en consecuencia, no serán abonados separadamente.

El Contratista dispondrá en obra de una oficina amueblada, para la D.F. y la propiedad.

8.6 Recepción de materiales

Los materiales que hayan de constituir parte integrante de las unidades de la obra definitiva, los que el Contratista emplee en los medios auxiliares para su ejecución, así como los materiales de aquellas instalaciones y obras auxiliares que total o parcialmente hayan de formar parte de las obras objeto del contrato, tanto provisionales como definitivas, deberán cumplir las especificaciones establecidas en este Pliego.

El Contratista deberá presentar, para su aprobación, muestras, catálogos y certificados de homologación de los productos y materiales industriales y equipos identificados por marcas o patentes. Si la Dirección Facultativa considerase que la información no es suficiente, podrá exigir la realización, a costa del Contratista, de los ensayos y pruebas que estime convenientes.

La calidad de los materiales que hayan sido almacenados o acopiados deberá ser comprobada en el momento de su utilización para la ejecución de las obras, mediante las obras y ensayos correspondientes, siendo rechazados los que en ese momento no cumplan las prescripciones establecidas. El Contratista suministrará, a sus expensas, las muestras necesarias.

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o en el Condiciones Particulares correspondiente, o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en los Pliegos se reconociera o demostrara que no fueran adecuados para su objeto, el Contratista deberá

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199
VISADO

reemplazarlos, a su costa por otros que cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto a que se destinen. Los materiales rechazados, y los que habiendo sido inicialmente aceptados hayan sufrido deterioro posteriormente, deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

8.7 Pruebas de funcionamiento

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores…) estos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada.
- Prueba de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma.

8.8 Obras defectuosas y trabajos no autorizados

Hasta que tenga lugar la Recepción Definitiva, el Contratista responderá de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiere, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección Facultativa haya examinado o reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados ni que hayan sido incluidos éstos y aquellas en las mediciones y certificaciones parciales.

Si se advirtiesen vicios o defectos en la construcción o se tuviesen razones fundadas para creer que existen ocultos en la obra ejecutada, la Dirección Facultativa podrá ordenar la demolición y reconstrucción de las unidades de obra afectadas. Los gastos originados correrán de cuenta del Contratista, con derecho de éste a reclamar en el plazo de diez (10) días, contados a partir de la notificación escrita de la Dirección Facultativa. Si se comprobase la existencia real de aquellos vicios o defectos, los gastos correrán a cargo del Contratista.

Si la Dirección Facultativa estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del contrato son, sin embargo, admisibles, puede proponer a la Propiedad la aceptación de las mismas, con la consiguiente rebaja de los precios; en caso contrario deberá procederse como en el párrafo anterior.

Cualquier trabajo, obra o instalación auxiliar, obra definitiva o modificación de la misma, que haya sido realizada por el Contratista sin conocimiento o la debida autorización de la Dirección Facultativa será demolido o desmontado si esto lo exigiere. Serán de cuenta del Contratista los gastos que por ello se originen.

8.9 Trabajos nocturnos

El Contratista nunca considerará la posibilidad de realización de trabajos nocturnos en los diferentes planes de obra que presente a la Propiedad, salvo cuando se trate de trabajos que, por su naturaleza, no puedan ser interrumpidos o que necesariamente deban ser realizados por la noche.

No obstante, si el Contratista quiere contemplar dicha posibilidad, deberá hacerlo a nivel de oferta de licitación, acompañándola de los estudios y autorizaciones necesarios que le permitan realizar estos trabajos y de un

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LLANA HEREDA, colegiado nº 0021929

Programa de Trabajos Parciales correspondiente a estas actividades, que se someterán a la aprobación de la Dirección Facultativa.

En caso de ser aceptada esta modalidad de trabajo, el Contratista instalará, por su cuenta y riesgo, los equipos de alumbrado necesarios para superar los niveles mínimos de iluminación que exigen las normas vigentes, a fin de que, bajo la exclusiva responsabilidad del Contratista, se satisfagan las adecuadas condiciones de seguridad y calidad de la obra, tanto en las zonas de trabajo como en las de tránsito, mientras duren los trabajos nocturnos.

8.10 Control de calidad

Tanto los materiales como la ejecución de los trabajos, las unidades de obra y la propia obra terminada deberán ser de la calidad exigida en el contrato, cumplirán las instrucciones de la Dirección Facultativa y estarán sometidos, en cualquier momento, a los ensayos y pruebas que ésta disponga, para tal fin se contara con los servicios de un Laboratorio homologado de reconocida solvencia, para su contratación se contara con la aprobación de la Dirección Facultativa

Previamente a la firma del Acta de Comprobación de Replanteo deberá desarrollarse un Programa de Control de Calidad que abarcará los siguientes aspectos:

- Recepción de materiales.
- Control de Ejecución.
- Control de calidad de las unidades de obra.
- Recepción de la obra.

Servirán de base para la elaboración de este Programa las especificaciones contenidas en el Proyecto y las indicadas en el Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá dar las facilidades necesarias para la toma de muestras y la realización de ensayos y pruebas "in situ", e interrumpir cualquier actividad que pueda impedir la correcta realización de estas operaciones. Asimismo, se responsabilizará de la correcta conservación en obra de las muestras o probetas extraídas por los Laboratorios, hasta su traslado a las dependencias de éstos.

El Contratista deberá dar toda clase de facilidades a la Dirección Facultativa para examinar, controlar y medir toda obra que haya de quedar oculta, así como para examinar el terreno de cimentación antes de cubrirlo con la obra permanentemente. Si el Contratista ocultara cualquier parte de obra sin que la Dirección Facultativa lo hubiere autorizado, deberá descubrirla a su costa, si así lo ordena ésta.

Los gastos originados por el Control de Calidad de Obra programado según este apartado serán por cuenta del Contratista en los límites previstos en la legislación vigente, y con independencia de que éste efectúe su propio control de calidad conforme a la reglamentación vigente. En general, salvo que en el contrato se especifique lo contrario, será el 1,5% que se deducirá de cada certificación.

8.11 Conservación durante la ejecución de las obras

El Contratista está obligado a conservar durante la ejecución de las obras, y hasta su Recepción Provisional, todas las obras objeto del Contrato, incluidas las correspondientes a las modificaciones que hayan sido

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 021929

introducidas en el Proyecto, así como las carreteras, accesos y servidumbres afectadas, desvíos provisionales, señalizaciones existentes y de obra, y cuantas obras, elementos e instalaciones auxiliares deban permanecer en servicio, manteniéndolos en buenas condiciones de uso.

Los trabajos de conservación no obstaculizarán el uso público o servicio de la obra, ni de las carreteras o servidumbres colindantes y, de producir afectación, deberán ser previamente autorizadas por la Dirección Facultativa y disponer de la oportuna señalización.

Inmediatamente antes de la Recepción Provisional de las obras, el Contratista habrá realizado la limpieza general de la obra, retirado las instalaciones auxiliares y, salvo expresa prescripción contraria de la Dirección Facultativa, demolido, removido y efectuado el acondicionamiento del terreno de las obras auxiliares que hayan de ser inutilizadas.

Los trabajos de conservación durante la ejecución de las obras no serán de abono directo y se consideran incluidos en los precios del contrato, salvo que expresamente, para determinados trabajos, se prescriba lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

9 ABONO DE LA OBRA EJECUTADA

9.1 Medición de la obra ejecutada

La Dirección Facultativa realizará mensualmente la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el periodo de tiempo anterior. El Contratista o su Delegado podrán presenciar la realización de tales mediciones y, en su caso, colaborar o realizarlas conjuntamente con la Dirección.

Para las obras o partes de obra que hayan de quedar ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección Facultativa con la suficiente antelación, a fin de que esta pueda disponer del tiempo necesario para realizar las mediciones, comprobaciones y toma de datos oportunos. A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde comprobar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones de la Dirección sobre el particular.

Cuando sea necesario, o así lo estime la Dirección Facultativa, se levantarán planos que definan las obras o partes de obra medidas, cuya conformidad suscribirá el Contratista o su Delegado.

Con carácter general todas las unidades de obra se medirán por su volumen, superficie, longitud o peso, expresados en unidades del sistema métrico, o por el número de unidades iguales tal como figuran especificadas en el Presupuesto de contrato.

Las mediciones se calcularán por procedimientos geométricos a partir de los datos de los planos del Proyecto y, cuando esto no sea posible, sobre planos acotados tomados directamente del terreno. A estos efectos solamente serán válidos los levantamientos que hayan sido aprobados por la Dirección Facultativa.

Con carácter general, no se incluirán en las mediciones mensuales de obra ejecutada las unidades cuya realización sea incompleta en el momento de procederse a la medición, o se encuentren pendientes de modificación por defectuosa ejecución.

9.2 Valoración de la obra ejecutada

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA Colegiado nº 0021929

La Dirección Facultativa, tomando como base las mediciones de obra ejecutada y los precios contratados, redactará, mensualmente, la correspondiente relación valorada al origen.

La obra ejecutada se valorará a los precios de ejecución material que figuren en letra en el cuadro de precios unitarios del contrato y, en su caso, a los precios contradictorios que hayan sido debidamente autorizados y teniendo en cuenta lo prevenido para abono de obras defectuosas, materiales acopiados, partidas alzadas y abonos a cuenta en general.

A partir del Presupuesto de Ejecución Material, elaborado de la forma expresada en el párrafo anterior, se obtendrá el Presupuesto de Ejecución por Contrata, incrementando aquél en los porcentajes establecidos en el contrato en concepto de Gastos Generales de Empresa y Beneficio Industrial del Contratista.

El Impuesto sobre el Valor Añadido que grave la ejecución de la obra, se obtendrá por aplicación del tipo que le corresponda sobre el Presupuesto de Ejecución por Contrata.

El Contratista tiene derecho al abono, con arreglo a los precios convenidos, de la obra que realmente ejecute con sujeción al Proyecto que sirvió de base a la licitación, a sus modificaciones aprobadas y a las órdenes dadas por escrito por la Dirección Facultativa. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el Proyecto o en el Presupuesto de Adjudicación del Contrato no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones, salvo en los casos de rescisión.

9.3 Certificaciones

Las certificaciones se expedirán mensualmente por triplicado, y serán comprensivas de meses naturales salvo la primera, la última y la de liquidación.

Para su elaboración se tomará como base la relación valorada y se tramitarán por la Dirección Facultativa.

Todas las certificaciones deberán recibir el conforme de la Dirección Facultativa antes de ser cursadas a la Propiedad.

Los abonos resultantes por certificaciones mensuales tendrán el carácter de pagos a cuenta, sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la liquidación final, sin que supongan en forma alguna recepción o aprobación, por parte de la Dirección Facultativa, de las obras que comprenden.

9.4 Precios unitarios de contrato

El Contratista deberá presentar el Presupuesto de contrato con Precios Unitarios de todas las partidas que figuran en el estado de mediciones que le haya sido entregado para licitación. Asimismo, entregará una vez adjudicada la obra y antes de la Comprobación de Replanteo, precios descompuestos, precios auxiliares y cuadros de precios de acuerdo con la documentación del proyecto base de la licitación.

En los precios unitarios de contrato se consideran incluidos los costes directos e indirectos precisos para la ejecución de la unidad correspondiente. A estos efectos:

Se consideran gastos directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones antes citadas.
- Se consideran costes indirectos:
- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, plantas de producción o extracción de materiales, etc.
- Los gastos de personal técnico y administrativo adscrito a la obra exclusivamente y los imprevistos.
- Todos los gastos que, por su concepto, sean asimilables a cualesquiera de los que se mencionan en los dos puntos anteriores.

Se consideran también incluidos en los precios unitarios de contrato, todos los trabajos, transportes, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

9.5 Partidas alzadas o unitarias

A los efectos de su valoración y abono se considerarán de dos tipos:

- Partidas alzadas a justificar: las susceptibles de ser medidas en unidades de obra, con precios unitarios.
- Partidas alzadas de abono íntegro: las que se refieren a trabajos cuya especificación figura en los documentos del proyecto y no son susceptibles de medición según los criterios de este Pliego.

Las partidas alzadas a justificar se abonarán a los precios de contrata, con arreglo a las condiciones de la misma y al resultado de las mediciones correspondientes.

Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán al Contratista en su totalidad, una vez terminados los trabajos y obras a que se refieran, de acuerdo con las condiciones del Contrato.

Las partidas alzadas de abono íntegro deberán incluirse en los Cuadros de Precios que formen parte del Presupuesto de Contrato.

9.6 Precios contradictorios

Los precios unitarios que no figuren entre los de contrato se fijarán contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista.

El cálculo de los costes se basará en los de los precios contratados de unidades análogas, o en su defecto elaborando otros nuevos cuyo desglose de costes deberá ser acorde con la línea de los contratados.

Estos precios deberán estar aprobados por la Dirección Facultativa antes de que haya sido ejecutada la unidad correspondiente. Una vez fijados, con el visto bueno de ambas partes y, aceptados por la Propiedad, tendrán la misma consideración y tratamiento que los Precios Unitarios de Contrato, excepto en los casos en que, por circunstancias excepcionales o estipulaciones contractuales no se hayan elaborado con costes del momento en que se hizo la oferta.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

9.7 Abonos a cuenta por materiales acopiados

En general no se abonarán acopios, salvo que se estipule lo contrario en la firma del contrato.

Cuando no haya peligro de que los materiales recibidos como útiles y almacenados en la obra o en los almacenes autorizados para su acopio, sufran deterioro o desaparezcan, se podrá abonar al Contratista hasta el 75% de su valor, incluyendo tal partida en la relación valorada mensual y teniendo en cuenta este adelanto para deducirlo más tarde del importe total de las unidades de obra en que queden incluidos tales materiales.

Para realizar dicho abono será necesaria la constitución previa del correspondiente aval, de acuerdo con lo establecido al respecto en el Contrato.

El porcentaje de abono se fijará en función del riesgo, tras una ponderación justificada del mismo, y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el contrato.

9.8 Penalidades

El Contratista está obligado a cumplir los plazos parciales fijados para la ejecución sucesiva de contrato y el general para su total realización.

Si el Contratista, por causas imputables al mismo, hubiera incurrido en demora respecto de los plazos parciales de manera que haga presumir racionalmente la imposibilidad del cumplimiento del plazo final o éste hubiera quedado incumplido, la Propiedad podrá optar por la resolución del Contrato o la ampliación del plazo con la imposición de las penalidades que se hayan estipulado en el mismo.

Los importes de las penalidades por demora se harán efectivos mediante deducción de los mismos en las certificaciones de obra que se produzcan, salvo determinación contractual distinta al respecto.

Si el retraso fuera producido por motivos no imputables al Contratista, y éste ofreciera cumplir sus compromisos dándole prórroga del tiempo que se le había designado, se concederá por la Propiedad un plazo que será, por lo menos, igual al tiempo perdido a no ser que el Contratista pidiera otro menor.

La petición de prórroga por parte del Contratista deberá acompañarse de las razones por las que estime no le es imputable y señalando el tiempo probable de su duración a los efectos de que la Propiedad pueda oportunamente, y siempre antes de la terminación del plazo del contrato, resolver sobre la prórroga del mismo, y sin perjuicio de que una vez desaparecida la causa se reajuste el plazo prorrogado al tiempo realmente perdido.

9.9 Garantías y fianzas

Las garantías y fianzas de todo tipo que se consideren necesarias por abonos de acopios, daños causados por demoras, etc., serán las que se estipulen en contrato.

Si no se ha establecido otro tipo de fianza en el contrato, del importe de cada certificación se deducirá un cinco (5%) por ciento que será retenido por la Propiedad en concepto de garantía, hasta la Liquidación Final de la obra. La devolución de la fianza no se hará si no se ha acreditado ante la Propiedad que no existe reclamación alguna contra el Contratista por daños y perjuicios derivados de la ejecución de la obra que son por cuenta del Contratista, y sin perjuicio de lo regulado con respecto al Plazo de Garantía en este Pliego.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0071929
VISADO

10 CIMENTACIONES. ACEROS. MALLAZOS

10.1 Descripción

Armaduras pasivas formadas por alambres de acero, corrugados o lisos, atadas con alambre o electrosoldadas, formando malla.

10.2 Componentes

Alambres de acero liso, LB 500 T, con diámetros de 5, 6, 7, 8. 9, 10 y 12 mm.

Alambres de acero corrugado, B 500 T, con diámetros de 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5, 10, 10.5, 11, 11.5, 12 y 14 mm.

10.3 Condiciones previas

Antes de su utilización, sobre todo después de un largo almacenaje, se examinará el estado de su superficie teniendo que estar limpias y libres de óxido, sin sustancias extrañas ni materiales que perjudiquen su adherencia.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

Cada panel debe llegar a la obra con una etiqueta en la que se haga constar la marca del fabricante y la designación de la malla.

10.4 Ejecución

Las mallas electrosoldadas son aquéllas que cumplen las condiciones prescritas en la NORMA UNE 36.092:96.

Se entiende por malla corrugada la fabricada con alambres corrugados que cumplen las condiciones de adherencia especificadas en la EHE.

Se entiende por malla lisa la fabricada con alambres lisos trefilados que no cumplen las condiciones de adherencia de los alambres corrugados.

10.5 Control

En la recepción, comprobación de las marcas de identificación de los tipos de barras y diámetros según la denominación de la EHE.

Los productos de acero deberán presentar la siguiente documentación:

Productos no certificados, resultado de los ensayos correspondientes a:

- Composición química.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

- Características mecánicas.
- Características geométricas.
- Justificante de que cumplen los requisitos de los apartados 31.2,31.3 ó 31.4 de la EHE, según los casos.
- Certificado de adherencia. -Todos ellos emitidos por un organismo acreditado (RD 2200/95). -Certificado de Garantía del fabricante, firmado por persona física.

Productos certificados:

- Documentación acreditativa de que se está en posesión de un distintivo reconocido o CC-EHE (EHE, 1.1).
- Justificante de que se cumplen los requisitos de los apartados 31.2, 31.3 ó 31.4 de la EHE, según los casos.
- Certificado de adherencia. -Emitidos por un organismo acreditado (RD 2200/95). -Certificado de Garantía del fabricante, firmado por persona física.

Se establecen dos niveles de ENSAYOS para controlar la calidad del acero:

Nivel reducido:

No se podrá utilizar en:

- Obras de hormigón pretensado.
- Con acero no certificado.
- Con armaduras activas.
- Se podrá utilizar:
- En obras de poca importancia.
- Cuando haya dificultades para realizar los ensayos.

Además:

- El acero deberá estar controlado antes del hormigonado.
- La resistencia de cálculo fyd se limitará al valor 0,75 fyk/ys.

Comprobaciones:

- Sección equivalente. Dos comprobaciones por cada partida de material suministrado.
- Comprobar que no se forman grietas en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra. NIVEL NORMAL:

Se podrá utilizar en armaduras activas y pasivas.

Comprobaciones para cada diámetro (2 veces durante la obra):

- Límite elástico.
- Carga de rotura.
- Alargamiento de rotura en armaduras pasivas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Alargamiento bajo carga máxima en armaduras activas.
- Arrancamiento del nudo según UNE 36462:80.

Comprobación de la soldabilidad:

- Comprobar que el acero es soldable según UNE 36068:94. En la soldadura a tope (sobre 6 probetas consecutivas de la misma barra de los diámetros máximo y mínimo):
- Tres ensayos de tracción.
- Con probeta central soldada.
- Con probetas extremas sin soldar.
- Tres ensayos de doblado – desdoblado (sobre las 3 probetas soldadas). En la soldadura por solapo (sobre 3 uniones con diámetros más gruesos y sobre la combinación del más fino y más grueso).
- Tres ensayos de tracción sobre probetas soldadas.
- Tres ensayos de tracción sobre probetas sin soldar del diámetro más fino. En la soldadura en cruz (sobre 3 probetas de una combinación del diámetro más grueso con el más fino):
- Tres ensayos de tracción del diámetro más fino soldado al más grueso.
- Tres ensayos de tracción del diámetro fino sin soldar. En otras soldaduras, lo que disponga la Dirección de Obra.

10.6 Medición y valoración

Se medirán y valorarán Kg. de barra de acero colocada, incluso parte proporcional de despuntes, alambres, etc.

10.7 Normativa

- EHE NORMAS UNE DEL ACERO PARA HORMIGON ESTRUCTURAL
- UNE 36068: 94 – Barras corrugadas.
- UNE 36092: 96 – Mallas electrosoldadas.
- UNE 36739: 95 – EX Armaduras básicas.
- UNE 36094: 97 – Alambres de pretensado.
- UNE 7474: 92 – Barras de pretensado.
- UNE 360094:97 – Cordones de pretensado.

11 CIMENTACIONES. HORMIGONES AUXILIARES. HORMIGÓN DE LIMPIEZA

11.1 Descripción

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00219299

Mezcla de cemento, arena, grava y agua, con una resistencia igual o menor a 125 Kg/cm², bien preparado o de elaboración, sobre la que apoyarán las armaduras de cimentación.

Se trata de un hormigón no estructural, por lo que no le afecta la nueva EHE, y sigue vigente en este caso la EH-91.

11.2 Componentes

Hormigón:

- H-50: 50 Kg/cm²
- H-100: 100 Kg/cm²
- H-125: 125 Kg/cm²

11.3 Condiciones previas

Se habrá efectuado el refino y limpieza del fondo excavado, regularizándolo y compactándolo.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

11.4 Ejecución

Los hormigones de limpieza serán de consistencia plástica o fluida, con un tamaño máximo de árido de 40 mm. y unos espesores que serán fijados por el Director de Obra, quedando siempre enrasado con la cota prevista para la base de la cimentación.

En el vertido y colocación de la masa, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de sus elementos.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección de Obra.

11.5 Control

Se habrán colocado toques o maestras para establecer el nivel del hormigón de limpieza. Se comprobará que el nivel superior del hormigón de limpieza sea la cota ± 0,00. Se mirará que el grosor, planeidad y horizontalidad de la capa sean las especificadas por el Director de Obra. El hormigón de limpieza dará según su consistencia los siguientes asientos en el cono de Abrams: -Consistencia plástica: 3 a 5 cm., con una tolerancia de ± 1 cm. -Consistencia fluida: 10 a 15 cm., con una tolerancia de ± 2 cm.

11.6 Medición y valoración

Se medirá y valorará por m³ de hormigón de limpieza realmente vertido

11.7 Normativa

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- EH-91
- EHE

11.8 CIMENTACIONES. HORMIGONES ARMADOS Y ENCOFRADOS. ZAPATAS

11.9 Descripción

Elemento asentado en el terreno, de forma prismática, poco esbelta y de planta normalmente cuadrada, de hormigón armado, con encofrado o sin él, para cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras de edificaciones, sobre suelos homogéneos de estratigrafía sensiblemente horizontal.

11.10 Componentes

Hormigón para armar. Acero B-400-S y B-500-S. Agua. Madera para encofrados. Separadores de armaduras Aditivos si son necesarios y siempre con permiso expreso de la Dirección de Obra.

11.11 Condiciones previas

Informe geotécnico, según las NTE-CEG, con indicación de las características geotécnicas.

Plano acotado de la posición de los ejes, contornos perimetrales y arranques de elementos estructurales, con indicación de la profundidad estimada del plano de apoyo de las zapatas. Tipo de construcción, cimentación y profundidad estimada del plano de apoyo de las edificaciones colindantes.

Situación y características de las posibles instalaciones existentes en el terreno sobre el que se actúa. Comprobación de la capacidad portante del suelo en relación con la prevista y aprobación de la misma por la Dirección de Obra.

Se dejarán previstos los pasos de tuberías y encuentros con arquetas, según Proyecto y las instrucciones de la Dirección de Obra. Se colocará, previamente al hormigonado, la toma de tierra de la estructura.

11.12 Requisitos de dosificación

La EHE exige que el suministrador del hormigón sea capaz de que éste posea las características definidas en el proyecto en cuanto a:

- Adecuación al tipo de función (Hormigón armado HA)
- Resistencia, según la clase de exposición ambiental.
- Docilidad (consistencia o asiento).
- Durabilidad.

11.13 Requisitos del pedido

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

En general, cuando se pide hormigón hay que especificar al suministrador lo siguiente:

- La consistencia.
- El tamaño máximo del árido.
- El tipo de ambiente.
- El tipo de función (armado).

Además, la EHE establece que el pedido ha de realizarse bajo la forma de “propiedades” o de “dosificación”. Cada forma de pedido tiene unas características especiales en lo que respecta a las responsabilidades respectivas del suministrador y del solicitante:

- Propiedades: En este caso, el suministrador establece la dosificación, pero ha de garantizar las siguientes características del mismo:
- Resistencia característica especificada. -La resistencia mínima del hormigón en masa será fck > 20 N/mm2 -La resistencia mínima del hormigón armado será fck > 25 N/mm2
- Docilidad. -Tamaño máximo del árido. -Contenidos de cemento y relación agua/cemento compatible con el ambiente y el tipo de función del hormigón. -Dosificación: En este caso, el peticionario es responsable de la congruencia de las características especificadas de: -Tamaño máximo del árido.
- Docilidad. -Contenido de cemento por kg/m3.

Además, el suministrador garantizará la relación agua/cemento empleada.

11.14Condiciones de transporte

No transcurrirá más de una hora y media entre la mezcla del agua con el cemento y los áridos, y la colocación del hormigón. Este plazo hay que acortarlo con tiempo caluroso.

Si el hormigón se amasa en central completamente, con transporte a obra, el volumen del hormigón transportado no será mayor del 80% del volumen del tambor de transporte.

Si el hormigón se amasa parcial o totalmente durante el transporte, en amasador móvil, el volumen de hormigón no excederá del 67% de la capacidad del tambor.

11.15Condiciones de ejecución

En general:

- El hormigonado deberá ser autorizado por la Dirección de Obra.
- Se evitará la segregación del hormigón.
- El espesor máximo de las tongadas estará relacionado con los medios de compactación empleados.
- Cuando se emplee vibrador de superficie, el espesor de la tongada acabada no será mayor de 20 cm.
- Los vibradores de encofrado deberán ser debidamente estudiados y justificados.
- El revibrado deberá ser estudiado, justificado y autorizado por la Dirección de Obra.
- Los modos de compactación recomendados por la Comisión Permanente del Hormigón son:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Vibrado enérgico
- Consistencia SECA.
- Vibrado normal
- Consistencia PLASTICA y BLANDA
- Picado con barra
- Consistencia FLUIDA.
- Las juntas de hormigonado se situarán en dirección normal a las tensiones de compresión.
- Las juntas de hormigonado se establecerán preferentemente sobre los puntales de la cimbra.
- No se hormigonará sobre la junta sin su previa limpieza.
- No se hormigonará sobre las juntas de hormigonado sin la aprobación de la Dirección de Obra.

En tiempo frío:

- La temperatura de la masa de hormigón antes del vertido no será menor de 5º C.
- No se verterá hormigón sobre encofrados o armaduras a temperatura inferior a 0º C.
- No se podrá hormigonar sobre hormigón que se haya helado.
- Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que la temperatura ambiente bajará de 0º C en las 48 horas siguientes.
- El empleo de aditivos anticongelantes precisará la autorización expresa de la Dirección de Obra.

En tiempo caluroso:

- Se evitará la evaporación del agua de amasado.
- Los moldes deberán estar protegidos del soleamiento.
- Una vez vertido el hormigón se protegerá del sol.
- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura sea mayor de 40º C o haya viento excesivo.

11.16Condiciones de curado

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, deberá asegurarse un adecuado curado. Se podrá efectuar por riego directo que no produzca deslavado.

El agua empleada cumplirá las especificaciones de la EHE. Se podrán utilizar como alternativa, protecciones que garanticen la retención de la humedad inicial y no aporten sustancias nocivas.

Las técnicas especiales (vapor) precisarán de la autorización de la Dirección de Obra. Para la duración del curado, la Comisión Permanente del Hormigón, proporciona la fórmula D = KLD0 + D1

en donde: D = duración mínima en días. K = coeficiente de ponderación ambiental. L = coeficiente de ponderación térmica. D0= parámetro básico de curado. D1= parámetro en función del tipo de cemento.

Las condiciones de curado se definen en LENTA, MEDIA, RAPIDA y MUY RAPIDA, en función de la clase de cemento y la relación agua cemento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

A su vez, y según las condiciones ambientales los hormigones se designan como A, B y C:

A: No expuesto al sol ni al viento y con HR > 80%

B: Expuesto al sol (intensidad media), a un viento de velocidad media y HR entre el 50% y el 80%.

C: Soleamiento fuerte, velocidad alta del viento y HR < 50%.

11.17Requisitos de las zapatas

A continuación, figuran las dimensiones mínimas de las zapatas de cimentación:

ZAPATAS DE HORMIGON EN MASA

- El canto mínimo en el borde de la zapata será mayor o igual a 35 cm.

ZAPATAS DE HORMIGON ARMADO

- Canto mayor o igual a 25 cm. si se apoyan en el terreno.
- Las armaduras de todas las caras no distarán entre sí más de 30 cm.

11.18Control

Se asigna a la Propiedad la responsabilidad de asegurar la realización del control de recepción (externo) de la ejecución.

11.18.1 DOCUMENTACIÓN

Hoja de suministro del hormigón fabricado en central, tanto si la instalación está en la obra como si está en el exterior, en la que debe comprobarse lo siguiente:

- Que la central ha declarado su tipo.
- Que figura claramente la designación del hormigón si ha sido solicitado por propiedades, es decir si es hormigón armado, la resistencia especificada, la consistencia, el tamaño máximo del árido y el tipo de ambiente.
- Que esta designación se corresponde con la especificada en el proyecto y que debe figurar en los planos.
- Que el contenido de cemento es coherente con el tipo ambiental declarado en la designación.
- Que la relación agua/cemento es coherente con el tipo ambiental declarado en la designación.
- Coherencia entre el tipo de cemento y empleo de adiciones.

11.19 Inspecciones

Hay que dividir la estructura de la obra en lotes a los que aplicar las inspecciones de cada nivel de control. El tamaño del lote está en función del tipo de obra y son los siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Edificios: 500 m2, sin rebasar las dos plantas.
- Puentes, acueductos, túneles, etc., 500 m2 de planta, sin rebasar los 50 m.
- Obras de grandes macizos: 250 m3.
- Chimeneas, torres, pilas, etc., 250 m3 sin rebasar los 50 m.
- Piezas prefabricadas de tipo lineal: 500 m. de bancada.
- Piezas prefabricadas de tipo superficial: 250 m.

La EHE establece tres niveles para el control de la ejecución que dependen del coeficiente de mayoración de acciones y que son:

- NIVEL REDUCIDO: Cuando γG = 1,60 (acciones permanentes), y γQ = 1,80 (acciones variables). Este nivel de control es de aplicación cuando no existe un seguimiento continuo y reiterativo de la obra. Hay que realizar al menos una inspección por cada lote en que se ha dividido la obra.
- NIVEL NORMAL: Cuando γG = 1,50 (acciones permanentes), y γQ = 1,60 (acciones variables). Este nivel de control externo es de aplicación general y exige la realización de al menos dos inspecciones por cada lote.
- NIVEL INTENSO: Cuando γG = 1,35 (acciones permanentes), y γQ = 1,50 (acciones variables). Este nivel de control, además del control de recepción o externo, exige que el constructor posea un sistema de calidad propio, auditado de forma externa, y que la elaboración de la ferralla y los elementos prefabricados, en caso de existir, se realicen en instalaciones industriales fijas y con un sistema de certificación voluntario. Este nivel exige la realización de tres inspecciones por cada lote.

11.20Pruebas de carga

La EHE establece tres tipos de prueba de carga bajo un Proyecto de Prueba de Carga, y dichas pruebas son:

- REGLAMENTARIAS: Este tipo de pruebas de carga son las establecidas en los Reglamentos. Las cargas son las de servicio.
- INFORMACION COMPLEMENTARIA: Este tipo de pruebas de carga son las realizadas cuando se han producido cambios en la estructura o ha sido detectado algún tipo de problema. Salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, las cargas son las de servicio.
- EVALUACION DE LA CAPACIDAD RESISTENTE: Este tipo de pruebas de carga son las realizadas cuando se precisa evaluar la seguridad de la estructura. Debe realizarse por personal muy especializado. Las cargas superan a las de servicio y llegan hasta 0,85 (1,35 G + 1,5 Q). No debe utilizarse en estructuras de menos de 56 días de edad.

11.21Criterios de aceptación y rechazo

Se rechazarán:

- Los moldes y encofrados de aluminio.
- El uso de gasóleo, grasa corriente o cualquier otro producto análogo.
- La ferralla que no sea conforme con los planos del Proyecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRACISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 002120
VISADO

- Las armaduras con pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que afecte al hormigón o a la adherencia.
- Las armaduras que presenten una pérdida de peso mayor del 1% después de un cepillado.
- La ferralla soldada que no esté elaborada en instalaciones fijas con acero soldable y según UNE 36832:97.
- La fijación de estribos por puntos de soldadura una vez colocada la armadura en el encofrado.
- El empleo de aceros de distinto tipo en una misma armadura principal.
- La presencia de aceros de distinto límite elástico en la misma sección, sin que lo indique el Proyecto expresamente.
- La armadura cuyo recubrimiento no esté asegurado por la colocación de separadores.
- La colocación de separadores o calzos que no sean fabricados ex profeso para esta función.
- El desdoblado en caliente, aun habiendo sido autorizado, si no se protege el hormigón de las altas temperaturas.
- Las altas concentraciones de barras dobladas.
- Los estribos que presenten un principio de fisuración en los codos de doblado.
- Las armaduras en dos capas en las que no coincidan verticalmente las barras.
- Las armaduras cuyas barras no cumplan las distancias entre sí y el encofrado.
- Los anclajes curvos cuyos diámetros de curvado sean menores a los establecidos en la EHE.
- Los empalmes por solapo que no incluyan armadura transversal repartida a lo largo del empalme con sección igual a la mayor de las barras solapadas.
- Los solapos de grupos de cuatro barras.
- Los solapos de más del 50% en una misma sección de mallas electrosoldadas, en caso de cargas dinámicas.
- Las soldaduras en zonas de fuerte curvatura.
- Las soldaduras sobre barras galvanizadas o con recubrimiento de resina epoxi.
- La soldadura en período de intenso viento, y cuando llueva o nieve.
- Las soldaduras sobre superficies a temperatura < 0ª C.
- La soldadura sobre superficies que no estén limpias y secas.
- Las partidas de hormigón preparado en que la carga de hormigón supere el 80% del total del volumen del tambor.
- Las amasadas de hormigón que no cumplan con la consistencia en el momento de la descarga.
- Las cargas de hormigón de central que no vengan acompañadas de la hoja de suministro.
- Las cargas de hormigón de central en cuya hoja de suministro no coincidan los datos fundamentales con la designación del proyecto y la EHE.
- La producción de hormigón no elaborado en central que no cuente con el libro de dosificaciones.
- Las amasadas en las que el cemento no haya sido dosificado por peso.
- Las amasadas de hormigón que presenten principio de fraguado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929

- Las cargas de hormigón preparado con más de 90 minutos desde la mezcla inicial.
- Las amasadas a las que se les añada agua u otra sustancia nociva no prevista de antemano entre las partes y siempre de acuerdo con la EHE.

11.22 Medición y valoración

Se medirá y valorará el hormigón por m³, incluyéndose la parte proporcional según su cuantía de las armaduras, transporte, vertido, vibrado, encofrado y desencofrado y parte proporcional de medios mecánicos, grúas, etc., incluyendo asimismo los medios auxiliares.

11.23 Normativa

- EHE
- UNE 36068 : 94 – Barras corrugadas.
- UNE 36092 : 96 – Mallas electrosoldadas.
- UNE 36739 : 95 – EX Armaduras básicas.
- UNE 36094 : 97 – Alambres de pretensado.
- UNE 7474 : 92 – Barras de pretensado.
- UNE 360094:97 – Cordones de pretensado.
- NTE-CSZ-86 – Cimentaciones, zapatas
- NTE-IEP-86 – Puesta a tierra

12 ELECTRICIDAD. INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

12.1 Objeto

Este documento establece los criterios que han de cumplirse en la ejecución de líneas subterráneas a AT hasta 30 kV.

12.2 Formas de canalizaciones

La ejecución de las instalaciones de líneas subterráneas de AT se realizará básicamente en los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones enterradas
- Canalizaciones entubadas por aceras
- Cruces por calzadas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929
VISADO

12.3 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitándose ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras o en el terreno, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si hay posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas o trazados de otras líneas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que, durante las operaciones del tendido, deben tener las curvas en función de la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

12.4 Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, ...). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

12.5 Materiales

12.5.1 CABLES

Los cables instalados cumplirán lo especificado en la Norma UNE 21022 y serán del tipo indicado en el proyecto.

Su sección será la indicada en el proyecto.

12.5.2 TERMINALES

Los terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto.

Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del cable.

Serán de exterior o enchufables

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 002129
VISADO

12.5.3 EMPALMES

Serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto.

Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar.

12.5.4 CINTAS DE IDENTIFICACIÓN Y ABRAZADERAS DE AGRUPACIÓN DE CABLES

Las cintas de identificación serán de color amarillo, marrón o verde. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.

12.5.5 ARENA

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE)

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente, las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.

Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm.

12.5.6 LADRILLO PARA FÁBRICA

Los ladrillos empleados para la ejecución de fábricas serán de ladrillo cocido y de dimensiones regulares, y a ser posible enteros.

12.5.7 TUBOS TERMOPLÁSTICOS

Los tubos tendrán un diámetro mínimo de 160 mm y serán de material termoplástico (libre de halógenos).

12.5.8 HORMIGONES

Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón EH 90.

El hormigón a utilizar en los rellenos y asientos de los tubos será del tipo HM-20.

12.5.9 SOPORTE DE TERMINALES Y PARARRAYOS

Los soportes de los terminales y de los pararrayos tendrán la calificación de Material Aceptado.

12.5.10 TORNILLERÍA DE CONEXIÓN

La tornillería será de paso, diámetro y longitud indicada para cada terminal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002.029

Estarán protegidos contra la oxidación por una protección adecuada.

12.5.11 LOSETA HIDRÁULICA

La loseta hidráulica empleada en la reposición de pavimentos será nueva y tendrá la textura y tonos del pavimento a reponer.

12.5.12 ASFALTOS

Los pavimentos de las capas de rodadura en las calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío o caliente, etc. o tipo de cada uno de estos (cerrado, abierto...).

12.6 Ejecución

12.6.1 EXCAVACIÓN

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.

Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en el proyecto.

En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atendrá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocase en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 15 veces el diámetro del cable.

Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.

La zanja se realizará lo más recta posible. En el caso de electrificación de zonas urbanas, el trazado se mantendrá paralelo en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929

12.6.2 RETIRADA DE TIERRAS

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevarán a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.

12.6.3 RELLENOS DE ZANJAS CON TIERRAS, ZAHORRAS, U HORMIGÓN

Una vez colocadas las protecciones del cable, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.

El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente.

En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.

El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida, una vez compactado.

12.6.4 RELLENOS DE ZANJAS CON TIERRAS U HORMIGÓN

El relleno de zanjas en cruces se realizará con zahorras, o con hormigón HM-20, hasta la cota inferior del firme.

12.6.5 ASIENTO DE CABLES CON ARENA (TAMIZ 032 UNE)

En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.

Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.

12.6.6 ASIENTOS DE TUBOS CON HORMIGÓN HM-20

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena.

Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizándose las verificaciones oportunas (paso de testigo).

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón HM-20 y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón HM-20 hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas

12.6.7 COLOCACIÓN CINTA SEÑALIZACIÓN

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

12.6.8 COLOCACIÓN PROTECCIÓN MECÁNICA

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso. Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

12.6.9 COLOCACIÓN MARCO Y TAPA

En la cabeza de las arquetas registrables se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto debidamente enrasados con el pavimento correspondiente.

Los marcos se recibirán con mortero M250.

12.6.10 COLOCACIÓN DE ARQUETAS Y CALAS DE TIRO

En los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas se dispondrá preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente de arquetas ciegas, arquetas de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º, y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el suelo acondicionado previamente, y debidamente niveladas.

Los módulos estarán sellados por medio de juntas.

12.6.11 PERFORACIONES HORIZONTALES (TOPO)

Las perforaciones en horizontal por medios mecánicos mediante máquina especial adecuada se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El número de tubos y diámetro de estos será el indicado en el proyecto.

12.6.12 PERFORACIONES DE MUROS (HORMIGÓN O MAMPOSTERÍA)

La rotura de muros se realizará con maquinaria apropiada (compresor/martillo), colocando tubos rectos termoplásticos, separados entre sí 2 cm y sobre paredes del hueco abierto 5 cm, recibiendo los tubos con mortero M250.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 0021929

12.6.13 COLOCACIÓN DE TAPÓN PARA TUBO

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

12.6.14 SELLADO DE TUBOS

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por la Dirección de Obra. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

12.6.15 TENDIDO

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados.

Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.

La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena.

En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos).

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm² o al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0ºC, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo y marrón, cada 1,5 m.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos.

En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 25 cm. La separación entre dos cables multipolares dentro de una misma banda será de 10 cm, como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínimas de 10 cm entre líneas.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta

12.6.16 CONFECCIÓN DE TERMINALES

Se utilizarán los del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para sus instalaciones las instrucciones y normas del fabricante, así como las reseñadas a continuación.

En la ejecución de los terminales, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa semiconductora. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Los elementos que controlan el gradiente de campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.

12.6.17 CONFECCIÓN DE EMPALMES

La ejecución de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

En la ejecución de empalmes en cables, se tendrá especial cuidado en la curvatura de las fases, realizándola lentamente para dar tiempo al desplazamiento de cable y no sobrepasando en ningún punto el radio mínimo de curvatura.

Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura.

Los manguitos para la unión de las cuerdas serán los indicados por el Director de Obra, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique el fabricante, teniendo la precaución de que durante la maniobra del montaje del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor.

12.6.18 IZADO DE CABLE EN APOYO LA

Tanto el tubo de protección como el cable en su parte libre irán sujetos al apoyo LA con horquillas o cepos indicadas en el proyecto.

Con el objeto de no dañar la cubierta de los cables, en las horquillas se colocará un asiento de cinta de policloropreno.

El tubo de acero se conectará a tierra, a través del apoyo.

El picado de la base de hormigón se realizará de forma uniforme.

Se taponará el tubo de acero, con el correspondiente protector de cable.

12.6.19 COLOCACIÓN DE SOPORTE DE TERMINALES Y PARARRAYOS EN APOYO LA

Los herrajes de sujeción de los terminales, así como de los pararrayos correspondientes, se colocarán sujetos al apoyo a la distancia indicada en el proyecto.

12.6.20 TOMA DE DATOS DEL TRAZADO Y CROQUIZACIÓN

Una vez terminada la obra, su situación en relación con las calles, aceras, edificaciones, etc, quedará reflejada en los croquis del trazado realizado.

Se realizará un plano de situación, a escala 1:500; 1:1.000 ó 1:2.000, con la traza de la línea incluyendo los datos necesarios para su localización e identificación de los servicios afectados. Preferentemente esta información será en soporte informático.

12.7 Pruebas eléctricas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Antes de ser conectado a la red, el cable se someterá a verificaciones, para detectar los posibles daños producidos durante la manipulación del cable y accesorios.

- •Se comprobará la continuidad y orden de fases.
- •Se verificará la continuidad de la pantalla metálica.
- •Se realizarán los ensayos dieléctricos de la cubierta y, en su caso, del aislamiento.

13 ELECTRICIDAD. INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

13.1 Materiales

Los materiales empleados en el montaje de este tipo de centro están especificados en el proyecto.

Los fabricantes de los materiales estarán calificados por la compañía distribuidora.

13.2 Ejecución

13.2.1 EDIFICIO PREFABRICADO

El centro prefabricado constará de todos los elementos previstos en el proyecto y su manejo se realizará con el procedimiento indicado por el fabricante.

Estará dotado de todos los pernos de sujeción e izado correspondientes, que estarán apretados correctamente.

13.2.2 CELDAS

Tanto las celdas de línea como las celdas de protección del Transformador cumplirán con lo especificado en el proyecto.

Las celdas se colocarán adecuadamente sobre la solera del centro. Estarán alineados entre si (celdas extensibles), paralelas a los paramentos y perfectamente aplomadas.

13.2.3 TRANSFORMADORES

Los transformadores serán de refrigeración natural con dieléctrico líquido (aceite) y cumplirán con lo especificado en el proyecto.

Las operaciones necesarias para el traslado del transformador hasta su posición definitiva, se realizará aplicando la tracción necesaria por medio de mecanismos apropiados (grúas, trácteres, polipastos, etc.)

La orientación de las ruedas se realizará elevando el transformador con gatos hidráulicos apropiados; se utilizarán barras de uña, barrones, etc., únicamente como medios auxiliares.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRDIA, Colegiado nº 0021929

El transformador con dieléctrico de aceite mineral quedará instalado sobre el foso de recogida del aceite, sobre carriles normalizados, que no presenten ningún resalte sobre la obra de fábrica.

13.2.4 INTERCONEXIÓN CELDA-TRAFO

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de 50 mm2 de sección y del tipo DHZ1 12/20 kV.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla de 24 kV/200 A.

El trazado de la interconexión será el más corto posible evitando los puentes de longitud excesiva. Discurrirán por las canalizaciones previstas. En las subidas hacia las bornas de M.T. de los transformadores, estarán sujetos a los paramentos verticales con los herrajes definidos para tal fin en el proyecto.

13.2.5 INTERCONEXIÓN TRAFO-CUADRO B.T.

La conexión eléctrica entre el trafo de potencia y el cuadro de baja tensión se debe realizar con cable unipolar con conductor tipo RV y de 0,6/1 kV.

Los cables con conductor de aluminio dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos (punzonado profundo).

Su trazado será lo más corto posible evitándose los puentes de longitud excesiva.

Discurrirán por las canalizaciones y/o bandejas y las subidas para los parámetros verticales se realizarán con los herrajes previstos en el proyecto.

Los conductores estarán señalizados con cintas de PVC de colores verde, amarillo, marrón para la fase y gris para el conductor del neutro. El conjunto de los conductores de cada circuito, quedará correctamente agrupada en mazos.

La colocación de los terminales en los extremos de los cables se realizará por medio de prensas hidráulicas con las matrices adecuadas, para proporcionar al terminal la compresión correcta. Se seguirán para estas operaciones, las instrucciones del fabricante de los terminales.

La conexión entre los terminales de los cables con la pala de las bases tripolares verticales se realizará intercalando entre las palas de los terminales una arandela plana y una elástica entre la plana y la tuerca que proporcione una presión de contacto constante, aunque varíe la temperatura del conductor.

13.2.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

13.2.6.1 Sistemas de puesta a tierra (PaT)

Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Protección y la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro). A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Cuba de transformador/res

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0001929

- Envolvente metálica del cuadro B.T.
- Celda de alta tensión (en dos puntos)
- Pantalla del cable DH-Z1, extremos conexión-transformador.
- A la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro), se le conectará la salida del neutro del cuadro de B.T.

13.2.6.2 Formas de los electrodos

El electrodo de PaT estará formado por un bucle enterrado horizontalmente alrededor de CT.

13.2.6.3 Materiales a utilizar Línea de tierra de PaT de Protección.

Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Línea de Tierra de PaT de Servicio:

Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm^2 de sección, tipo RV 0,6/1 kV.

Electrodo de puesta a tierra:

La sección del material empleado para la construcción de bucles será conductor de cobre, de 50 mm^2.

Piezas de conexión:

Las conexiones conductor-conductor se efectuarán empleando grapas de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16.

13.2.6.4 Ejecución de las puestas a tierra

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerá tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno, y como consecuencia las tensiones de paso y contacto resultante en la instalación.

La configuración y disposición de cada tipo de centro, viene especificada en el proyecto.

13.2.7 COMPROBACIÓN FUNCIONAL DE EQUIPOS Y PROTECCIONES

Se comprobará en las celdas que los mandos de interruptores seccionadores, seccionadores de pat; y enclavamientos entre ellos y las tapas de los compartimentos de fusibles y cables son los correctos.

Se comprobará el correcto funcionamiento de los disparos de la celda de protección del transformador por temperatura del trafo y/o por nivel de agua en el centro, si los hubiera.

13.2.8 CARTOGRAFÍA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Se comprobará que los planos se ajusten al montaje ejecutado, realizando las modificaciones necesarias en los planos del proyecto, de forma que tengan en cuenta variaciones surgidas durante el montaje.

Los esquemas eléctricos reflejarán la situación final en que ha quedado el centro después de su montaje, con indicación de origen de las alimentaciones y el destino de la salida de los cables de M.T.

13.3 Inspección

El Director de obra y la compañía distribuidora controlará e inspeccionará todos los materiales y las diferentes fases de ejecución de la instalación.

Cuando ello no sea posible se realizará un muestreo (de materiales y procedimientos de ejecución) en número suficiente, el cual será representativo del conjunto de la obra.

En aquellas fases de la obra que se consideren significativas, el constructor está obligado a comunicar previamente la fecha de comienzo de las mismas.

Pueden considerarse como partes significativas de una obra, entre otros, los siguientes conceptos:

- Montaje del Edificio Prefabricado
- Montaje Celda
- Montaje Trafo
- Montaje Cuadro BT
- Interconexión Celda-Trafo
- Interconexión Trafo-Cuadro BT
- Instalación de puesta a tierra.
- Comprobación funcional de equipos y protecciones

13.4 Normativa

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto de 12-11-82 y publicado en el B.O.E. núm. 288 del 1-12-82 y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Orden de 6-7-84, y publicado en el B.O.E. núm. 183 del 1-8-84.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 de 2-8-02, y publicado en el B.O.E. del 18-9-02.

14 ELECTRICIDAD. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

14.1 Objeto

Este documento establece los criterios que han de cumplirse en la ejecución de líneas subterráneas a BT.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

14.2 Formas de canalizaciones

La ejecución de las instalaciones de líneas subterráneas de BT se realizará básicamente en los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones enterradas
- Canalizaciones entubadas por aceras
- Cruces por calzadas
- Canalizaciones en galería o instalación al aire

14.3 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitándose ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras o en el terreno los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno y acceso a la finca.

Si hay posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas o trazados de otras líneas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que, durante las operaciones del tendido, deben tener las curvas en función de la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

14.4 Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

14.5 Materiales

14.5.1 CABLES

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

Los cables instalados cumplirán lo especificado en la Norma UNE 21022 y serán del tipo indicado en el proyecto.

Su sección será la indicada en el proyecto.

14.5.2 CINTA DE SEÑALIZACIÓN

La cinta de señalización de la existencia de conductores eléctricos tendrá la calificación de Material Aceptado.

14.5.3 PLACA CUBRECABLES

La placa cubrecables tendrá la calificación de Material Aceptado.

14.5.4 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN CGP

Serán del tipo indicado en el proyecto.

14.5.5 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM) Y CAJAS DE SECCIONAMIENTO

Serán del tipo indicado en el proyecto.

14.5.6 CONECTORES TERMINALES BIMETÁLICOS

Los conectores terminales colocados serán los adecuados a la naturaleza del cable y tendrán la calificación de Material Aceptado.

Serán los indicados por el fabricante para el tipo y sección de los cables que se tiendan.

14.5.7 MANGUITOS DE EMPALME

Los manguitos de empalme a utilizar serán los adecuados a la naturaleza del cable y tendrán la calificación de Material Aceptado.

Serán los indicados por el fabricante para el tipo y sección de los cables que se tiendan.

14.5.8 CONECTORES DE DERIVACIÓN

Las piezas de derivación serán las adecuadas a la naturaleza de los cables y tendrán la calificación de Material Aceptado.

Serán del tipo indicado por el fabricante para el tipo y sección de los cables principal y derivado.

14.5.9 ACCESORIOS DE BT

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192

Los accesorios de BT para la reconstrucción del aislamiento y cubierta, serán los adecuados a la naturaleza de los empalmes, derivaciones y terminales, y tendrán la calificación de Material Aceptado.

Sus dimensiones serán las adecuadas a la sección de los conductores.

14.5.10 ARENA

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE)

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.

Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm.

14.5.11 LADRILLO PARA FÁBRICA

Los ladrillos empleados para la ejecución de fábricas serán de ladrillo cocido y de dimensiones regulares, y ser posible enteros.

14.5.12 TUBOS TERMOPLÁSTICOS

Los tubos tendrán un diámetro de 160 mm y serán de material termoplástico (libre de halógenos).

Los tubos tendrán la calificación de Material Aceptado.

14.5.13 HORMIGONES

Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón EH 90.

El hormigón a utilizar en los rellenos y asientos de los tubos será del tipo HM-20.

14.5.14 ARQUETA PREFABRICADA

Las arquetas prefabricadas tendrán la calificación de Material Aceptado.

14.5.15 MARCOS PARA ARQUETAS

Los marcos para las arquetas tendrán la calificación de Material Aceptado.

14.5.16 TAPAS PARA ARQUETAS

Las tapas para las arquetas tendrán la calificación de Material Aceptado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129

14.5.17 TORNILLERÍA DE CONEXIÓN

La tornillería será de paso, diámetro y longitud indicada para cada terminal.

Estarán protegidos contra la oxidación por una protección adecuada.

14.5.18 LOSETA HIDRÁULICA

La loseta hidráulica empleada en la reposición de pavimentos será nueva y tendrá la textura y tonos del pavimento a reponer.

14.5.19 ASFALTOS

Los pavimentos de las capas de rodadura en las calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío o caliente, etc. o tipo de cada uno de estos (cerrado, abierto...).

14.5.20 CINTAS DE IDENTIFICACIÓN Y ABRAZADERAS DE AGRUPACIÓN DE CABLES

Las cintas de identificación y abrazaderas tendrán la calificación de Material Aceptado.

Las cintas de identificación serán de color verde, amarillo o marrón para las fases, y gris para el neutro. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.

14.5.21 PROTECTOR DE FUNDICIÓN PARA TUBO RECTO TERMOPLÁSTICO

La protección de fundición tendrá la calificación de Material Aceptado.

14.5.22 CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA

Los conductores, la pica bimetálica, la pieza de conexión, manguito de derivación, manguito termorretráctil o cinta antihumedad, estarán calificados como Material Aceptado y serán del tipo indicado en el proyecto.

El circuito de tierra estará constituido por cable de cobre aislado DN-RA 1x50 Cu o desnudo C50.

14.5.23 SEÑALES AUTOADHESIVAS

Las señales autoadhesivas para identificación de líneas de BT tendrán la calificación de Material Aceptado.

14.6 Ejecución

14.6.1 EXCAVACIÓN

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192
VISADO

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.

Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en el proyecto.

En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atendrá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocase en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 10 veces el diámetro del cable.

Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.

La zanja se realizará lo más recta posible. En el caso de electrificación de zonas urbanas, el trazado se mantendrá paralelo en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

14.6.2 RETIRADA DE TIERRAS

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevarán a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.

14.6.3 RELLENOS DE ZANJAS CON TIERRAS, TODO-UNO, ZAHORRAS, U HORMIGÓN

Una vez colocadas las protecciones del cable, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.

El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente.

En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 00210256

El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida, una vez compactado.

14.6.4 ASIENTO DE CABLES CON ARENA (TAMIZ 032 UNE)

En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.

Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.

14.6.5 ASIENTOS DE TUBOS CON HORMIGÓN HM-20

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena.

Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizándose las verificaciones oportunas (paso de testigo).

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón HM-20 y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón HM-20 hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas

14.6.6 COLOCACIÓN CINTA SEÑALIZACIÓN

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

14.6.7 COLOCACIÓN PROTECCIÓN MECÁNICA

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso. Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

14.6.8 COLOCACIÓN MARCO Y TAPA

En la cabeza de las arquetas registrables se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto, debidamente enrasados con el pavimento correspondiente.

Los marcos se recibirán con mortero M250.

14.6.9 COLOCACIÓN DE ARQUETAS Y CALAS DE TIRO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA BEREDIA, Colegiado nº 0021929

En los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas se dispondrá preferentemente de calas de tiros y excepcionalmente de arquetas ciegas, arquetas de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º, y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el suelo acondicionado previamente, y debidamente niveladas.

Los módulos estarán sellados por medio de juntas.

14.6.10 PERFORACIONES HORIZONTALES (TOPO)

Las perforaciones en horizontal por medios mecánicos mediante máquina especial adecuada se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El número de tubos y diámetro de estos será el indicado en el proyecto.

14.6.11 PERFORACIONES DE MUROS (HORMIGÓN O MAMPOSTERÍA)

La rotura de muros se realizará con maquinaria apropiada (compresor/martillo), colocando tubos rectos termoplásticos, separados entre sí 2 cm y sobre paredes del hueco abierto 5 cm, recibiendo los tubos con mortero M250.

14.6.12 ADOSAR TUBO RECTO TERMOPLÁSTICO EN PAREDES

Los tubos rígidos termoplásticos (libres de halógenos) de diámetro 90, se adosarán a las paredes sujetos por abrazaderas u horquillas y tacos.

14.6.13 COLOCACIÓN DE TAPÓN PARA TUBO

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

14.6.14 COLOCACIÓN DE PROTECTOR DE FUNDICIÓN

En los tubos que por su ubicación podrían estar expuestos a fuertes golpes mecánicos, se colocará un protector de fundición sujeto a la pared mediante tacos.

14.6.15 SELLADO DE TUBOS

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por la Dirección de Obra. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 0021929
VISADO

14.6.16 TENDIDO

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados.

Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos).

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm² ó al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0ºC, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo, marrón y gris, cada 1,5 m.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LINAHEREDA Colegiado nº 021929

En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 10 cm. La separación entre dos cables de BT dentro de una misma banda será de 7 cm, como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínimas de 7 cm entre líneas de BT.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta del cable.

14.6.17 COLOCACIÓN Y CONEXIÓN DE LAS CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP) O CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

Las CGP o CPM se colocarán lo más próxima posible a la red de distribución, y en terreno propiedad del cliente.

El hueco necesario para alojar las CGP estará acondicionado interiormente con sus parámetros enlucidos, sus dimensiones serán las indicadas en los planos. Irá dotado de una puerta con candado o cerradura normalizada.

La entrada de los cables se realizará a través de tubos termoplásticos, salvo los tubos de entrada a los huecos mencionados anteriormente, que atraviesen sitios accesibles, tales como aristas inferiores de sótanos o garajes, en cuyo caso serán de acero con suficiente rigidez mecánica, para evitar su aplastamiento.

La CGP estará sujeta mediante pernos roscados a tacos antigiratorios anclados a la pared, de forma que su sujeción sea firme y segura.

La CPM que alimente a dos clientes situados en parcelas colindantes, se colocará en la medianería entre ambas, de forma que las derivaciones individuales a cada uno de ellos discurran por su propiedad.

Las dimensiones de las fundaciones para las CPM serán las indicadas en los planos del proyecto, respetándose las cotas de empotramiento en el terreno de la fundación y la altura sobre las aceras de los armarios, según sean éstos de medida o de seccionamiento y medida.

Las fundaciones de las CPM podrán ser de hormigón prefabricado o de ladrillo macizo.

Estarán dotadas de casquillos metálicos apropiados, a los que atornillarán los pernos de anclaje de los armarios asegurando su sujeción firme.

Las CPM quedarán, una vez instaladas, alineadas con los cerramientos de las parcelas o con las fachadas de las edificaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002196

Las fundaciones se montarán de forma que, una vez instalados sobre ellas las cajas, éstas queden perfectamente aplomadas.

Los cables de la acometida estarán señalizados con los colores indicados en el apartado “Cintas de identificación y abrazaderas de agrupación de cables”. Las cintas de identificación se colocarán de forma que no oculten la zona de conexión al borne correspondiente de la CGP o CPM. Su situación en la CGP será (mirando la caja de frente) a la izquierda, el conductor neutro de color gris y a continuación las fases verde, amarillo y marrón.

El neutro de todas las cajas se pondrá a tierra, por medio de un cable aislado o desnudo de 50 mm2 de Cu conexionado a una pica bimetálica, por medio de una pieza de conexión y sellado con cinta antihumedad.

14.6.18 CONFECCIONAR TERMINACIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA ENLACE CON LA

Se colocará un tubo termoplástico (libre de halógenos) de diámetro 90 mm, por medio de horquillas o cepos indicado en el proyecto.

El anclaje será adecuado al tipo de pared.

Se taponará el tubo por medio del correspondiente capuchón de salida de cables, de tal forma que quede perfectamente colocado al tubo, y que las salidas del capuchón se ajusten a los cables de enlace con la LA.

La línea quedará debidamente señalizada por medio de las señales autoadhesivas, según el apartado “Señales autoadhesivas” y las fases se identificarán con cintas de colores.

El neutro del enlace se pondrá a tierra, en aquellas instalaciones indicadas en el proyecto, por medio de un cable aislado de 50 mm2 de Cu conexionado a una pica bimetálica por medio de una pieza de conexión debidamente sellada por medio de cintas de antihumedad y manguito termorretráctil.

El montaje de las conexiones y sellados se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante.

14.6.19 CONFECCIÓN CONECTOR TERMINAL BIMETÁLICO POR PUNZONADO PROFUNDO ESCALONADO

Los terminales serán colocados en los conductores para su conexión a los cuadros y cajas (CGP y CS), serán de características adecuadas a la sección y naturaleza de los cables.

Estarán firmemente sujetos a las cuerdas de los conductores, utilizando las técnicas indicadas por su fabricante, tanto para la limpieza del aluminio como para la ejecución de los punzonados necesarios para su sujeción.

Las prensas hidráulicas necesarias para realizar los punzonados profundos de los terminales sobre los conductores serán los recomendados por los fabricantes de los terminales, y estarán dotadas de las matrices cerradas adecuadas al tipo de terminal.

Estarán convenientemente apretados con un par de apriete, igual al recomendado por el fabricante de los terminales.

Los terminales estarán señalizados con los colores de identificación. Las cintas de identificación se colocarán de forma que no oculten las entalladuras de los terminales para permitir la comprobación de la correcta ejecución de la compresión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002169

La cubierta de los conductores se reconstruirá, en su caso, con los materiales termorretráctiles correspondientes.

14.6.20 CONFECCIÓN EMPALME POR PUNZONADO O CONECTOR DE DERIVACIÓN POR COMPRESIÓN

El montaje de los empalmes y derivaciones se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Las piezas de conexión serán exclusivamente los indicados por el fabricante, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique.

El aislamiento y cubierta de los conductores se reconstruirá con los accesorios aislantes de BT correspondientes.

14.6.21 TOMA DE DATOS DEL TRAZADO Y CROQUIZACIÓN

Una vez terminada la obra, su situación en relación con las calles, aceras, edificaciones, etc, quedará reflejada en los croquis del trazado realizado.

Se realizará un plano de situación, a escala 1:500; 1:1.000 ó 1:2.000, con la traza de la línea incluyendo los datos necesarios para su localización e identificación de los servicios afectados. Preferentemente esta información será en soporte informático.

15 OBRA CIVIL. EXPLANACIONES. DESBROCE DEL TERRENO

15.1 Definición

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material indeseable a juicio del Director de las obras.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

La tierra vegetal se retirará solo en las zonas de actuación.

15.2 Ejecución de las obras

15.2.1 REMOCIÓN DE LOS MATERIALES DE DESBROCE

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, según el Proyecto o el Director de las Obras, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, ésta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de las Obras, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm), por debajo de la rasante de la explanación.

Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Director de las Obras sea necesario retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la

circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán conforme a lo indicado en este Pliego hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Propiedad y separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. Salvo indicación en contra del Director de las Obras, la madera no se troceará a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

15.2.2 RETIRADA Y DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES OBJETO DEL DESBROCE

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de las Obras. En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Director de las Obras. El Contratista deberá disponer personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado.

Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director de las Obras.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2 m). Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA Colegiado nº 0021929

Si entierran los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

Si el vertido se efectúa fuera de la zona afectada por el Proyecto, el Contratista deberá conseguir, por sus medios, emplazamientos adecuados para este fin, que deberán ser aprobados por el Director de las Obras, y deberá asimismo proporcionar al Director de las Obras copias de los contratos con los propietarios de los terrenos afectados.

15.3 Medición y abono

Se medirán m² de la superficie en planta desbrozada, con el espesor que se indique en los Planos y Mediciones de Proyecto.

En esta unidad de obra se considera incluida la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente del desbroce.

Las medidas de protección de la vegetación y bienes y servicios considerados como permanentes no serán objeto de abono independiente. Tampoco, se abonará el desbroce de las zonas de préstamo.

15.4 Normativa

- PG-3 – Obras, carreteras y puentes

16 OBRA CIVIL. EXPLANACIONES. EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS

16.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde han de asentarse los viales, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos, previstos o autorizados, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Se incluyen en esta unidad la ampliación de las trincheras, la mejora de taludes en los desmontes, y la excavación adicional en suelos inadecuados, ordenadas por el Director de las Obras.

Se denominan "préstamos previstos" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por la Administración, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones. Se denominan "préstamos autorizados" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Director de las Obras, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones

16.2 Clasificación de las excavaciones

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 002199

En el presupuesto se indica, explícitamente, si la excavación ha de ser "clasificada" o "no clasificada".

En el caso de excavación clasificada, se considerarán los tipos siguientes:

- Excavación en roca: Comprenderá, a efectos de este Pliego y en consecuencia, a efectos de medición y abono, la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y aquellos materiales que presenten características de roca masiva o que se encuentren cementados tan sólidamente que hayan de ser excavados utilizando explosivos. Este carácter estará definido por el Director de las Obras en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno, o bien por otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra.
- Excavación en terreno de tránsito: Comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos en que no siendo necesario, para su excavación, el empleo de explosivos sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados. La calificación de terreno de tránsito estará definida por el Director de las Obras, en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno, o bien por otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra.
- Excavación en tierra: Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados anteriores.

Si se utiliza el sistema de "excavación clasificada", el Contratista determinará durante la ejecución, y notificará por escrito, para su aprobación, al Director de las Obras, las unidades que corresponden a excavaciones en roca, excavación en terreno de tránsito y excavación en tierra, teniendo en cuenta para ello las definiciones anteriores, y los criterios definidos por el Director de las Obras.

16.3 Ejecución de las obras

16.3.1 GENERALIDADES

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de las Obras el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en cualquier caso, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos:

- Inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas
- Deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación
- Encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras
- Taludes provisionales excesivos,
- etc.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00219999
VISADO

16.3.2 DRENAJE

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

16.3.3 TIERRA VEGETAL

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, especifique el Director de las Obras, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de las Obras.

La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del documento “Desbroce del terreno” del Pg3, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

16.3.4 EMPLEO DE LOS PRODUCTOS DE EXCAVACIÓN

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que al respecto, disponga el Director de las Obras.

En el caso de excavación por voladura en roca, el procedimiento de ejecución deberá proporcionar un material adecuado al destino definitivo del mismo, no siendo de abono las operaciones de ajuste de la granulometría del material resultante, salvo que dichas operaciones se encuentren incluidas en otra unidad de obra.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización del Director de las Obras.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las autorizadas por el Director de las Obras a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de las Obras.

16.3.5 EXCAVACIÓN EN ROCA

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

presente cavidades, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, con la aprobación del Director de las Obras.

Se cuidará especialmente la subrasante que se establezca en los desmontes en roca debiendo ésta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe se deberán eliminar éstas mediante la aplicación de hormigón de saneo que genere la superficie de la subrasante de acuerdo con los planos establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas, no siendo estas operaciones de abono.

Cuando se prevea el empleo de los productos de la excavación en roca, en la formación de pedraplenes, se seguirán además las prescripciones del capítulo "Pedraplenes", del Pg3.

Cuando interese de manera especial que las superficies de los taludes excavados presenten una buena terminación y se requiera, por tanto, realizar las operaciones precisas para tal fin, se seguirán las prescripciones del artículo "Excavación especial de taludes en roca" Del Pg3.

El Director de las Obras podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos o dañinos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

16.3.6 PRÉSTAMOS Y CABALLEROS

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de las Obras, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.

No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación.

El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.

Los préstamos deberán excavarse disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de las Obras ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde la carretera terminada, ni desde cualquier otro punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

Los caballeros, o depósitos de tierra, que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y un grado de estabilidad que evite cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Director de las Obras, se cuidará de evitar sus arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la carretera.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE ENA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de las Obras podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y de la colocación de este relleno se tomarán perfiles transversales.

16.3.7 TALUDES

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá lo dispuesto en el artículo "Excavación especial de taludes en roca" del Pg3.

Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo, se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, gunitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita.

Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de las Obras. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de las Obras, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostes ocasionados.

16.3.8 CONTACTOS ENTRE DESMONTES Y TERRAPLENES

Se cuidarán especialmente estas zonas de contacto en las que la excavación se ampliará hasta que la coronación del terraplén penetre en ella en toda su sección, no admitiéndose secciones en las que el apoyo de la coronación del terraplén y el fondo de excavación estén en planos distintos.

En estos contactos se estudiarán especialmente en el Proyecto el drenaje de estas zonas y se contemplarán las medidas necesarias para evitar su inundación o saturación de agua.

16.3.9 TOLERANCIA GEOMÉTRICA DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en https://sede.electronica.madrid.org/cvd
FRANCISCO JOSE LUNA REDEDIA, Colegiado nº 9019
VISADO

En Director de las Obras definirá las tolerancias del acabado. Con la precisión que se considere admisible en función de los medios previstos para la ejecución de las obras y en base a los mismos serán fijados al menos las siguientes tolerancias:

- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), entre los planos o superficies de los taludes previstos en el Proyecto y los realmente construidos, quedando fijada la zona en la que el talud sería admisible y en la que sería rechazado debiendo volver el Contratista a reperfilar el mismo.
- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), en la desviación sobre los planos o superficies de la explanación entre los previstos en el Proyecto y los realmente construidos, quedando definida la zona en la que la superficie de la explanación sería admisible y en la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de las Obras.
- Tolerancia máxima admisible en pendientes y fondos de cunetas, así como de su situación en planta, expresada en centímetros (cm), sobre los planos previstos en el Proyecto y los realmente construidos, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de las Obras.
- Tolerancia máxima en drenajes, tanto en cuanto a pendiente y fondos de los mismos como en planta, expresada en centímetros (cm), sobre los planos previstos en el Proyecto y lo realmente construido, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de las Obras.

Todo tipo de operaciones de rectificación por incumplimiento de tolerancias no será de abono al Contratista corriendo todas estas operaciones de su cuenta.

16.4 Medición y abono

En el caso de explanaciones, la excavación se abonará por metros cúbicos (m3) medidos sobre planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballeros, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su cubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén. De no ser así, esta excavación se considerará incluida dentro de la unidad de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en el Proyecto, o las órdenes escritas del Director de las Obras, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de las Obras podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones realizadas, con las especificaciones que aquél estime oportunas, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellas se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de las Obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 6021029
VISADO

16.5 Normativa

- PG-3 – Obras, carreteras y puentes

17 OBRA CIVIL. EXPLANACIONES. EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

17.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

17.2 Clasificación de las excavaciones

Serán aplicables las prescripciones del documento "Excavación de la explanación y préstamos" del Pg3.

17.3 Ejecución de las obras

17.3.1 PRINCIPIOS GENERALES

El Contratista notificará al Director de las Obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de las Obras.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas y pozos, el Director de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel. No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de las Obras.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

17.3.2 ENTIBACIÓN

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de las Obras efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de las Obras podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929

responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de las Obras, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

17.3.3 DRENAJE

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que no provoque la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

17.3.4 TALUDES

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Director de las Obras, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

17.3.5 LIMPIEZA DEL FONDO

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquéllos, y previa autorización del Director de las Obras.

17.3.6 EMPLEO DE LOS PRODUCTOS DE EXCAVACIÓN

Serán aplicables las prescripciones del apartado “Excavación de la Explanación y Préstamos” del Pg3.

17.3.7 CABALLEROS

Serán aplicables las prescripciones del apartado “Excavación de la Explanación y Préstamos” del Pg3.

17.4 Excesos inevitables

Los sobreanchos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán estar aprobados por el Director de las Obras.

17.5 Tolerancias de las superficies acabadas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5 cm) respecto de las superficies teóricas.

Las sobreexcavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las especificaciones definidas por el Director de las Obras, no siendo esta operación de abono independiente.

17.6 Medición y abono

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos (m3) deducidos a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada.

Se abonarán los excesos autorizados e inevitables.

El precio incluye las entibaciones, agotamientos, transportes de productos a vertedero, posibles cánones, y el conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

No serán de abono los excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección tipo teórica, por defectos imputables al Contratista ni las excavaciones y movimientos de tierra considerados en otras unidades de obra.

17.7 Normativa

- PG-3 – Obras, carreteras y puentes

18 OBRA CIVIL. EXPLANACIONES. RELLENOS LOCALIZADOS

18.1 Definición

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona que, por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa, no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

En la dirección longitudinal de la calzada soportada, los rellenos localizados de trasdós de obra de fábrica, "cuñas de transición", tendrán una longitud mínima de al menos diez metros (10 m) desde el trasdós de la obra de fábrica. Caso de existir losa de transición, dicha longitud mínima habrá de ser además superior a dos (2) veces la dimensión de la losa en la referida dirección longitudinal. A partir de dicha dimensión mínima, la transición entre el relleno localizado y el relleno normal tendrá, siempre en la dirección longitudinal de la calzada soportada, una pendiente máxima de un medio (1V:2H).

No se consideran incluidos dentro de esta unidad los rellenos localizados de material con misión específica drenante, a los que hace referencia el artículo "Rellenos localizados de material drenante" del Pg3 y que se realizarán de acuerdo a este último.

18.2 Zonas de los rellenos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 900929
VISADO

En los rellenos localizados que formen se distinguirán las mismas zonas que en los terraplenes.

18.3 Materiales

Se utilizarán solamente suelos adecuados y seleccionados según el artículo “Terraplenes” del Pg3.

Se emplearán suelos adecuados o seleccionados, siempre que su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10), y en el caso de trasdós de obra de fábrica superior a veinte (20).

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

18.4 Equipo necesario para la ejecución de las obras

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias de este Pliego y las indicaciones del Director de las Obras.

18.5 Ejecución de las obras

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

18.5.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE ASIENTO DE LOS RELLENOS LOCALIZADOS

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas por el Director de las Obras.

Si el material procedente del antiguo talud, cuya remoción sea necesaria, es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, el Director de las Obras decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su estabilización.

18.5.2 EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA LOREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Salvo especificación en contra del Director de las Obras, el espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a veinticinco centímetros (25 cm).

Los espesores finales de las tongadas se señalarán y numerarán con pintura, según el caso, en el trasdós de la obra de fábrica, paramentos o cuerpo de la tubería, para el adecuado control de extendido y compactación.

Únicamente se podrá utilizar la compactación manual en los casos previstos en el Proyecto, y en aquellos que sean expresamente autorizados por el Director de las Obras.

Salvo que el Director de las Obras lo autorice, en base a estudio firmado por técnico competente, el relleno junto a obras de fábrica o entibaciones se efectuará de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma se hallen al mismo nivel. En el caso de obras de fábrica con relleno asimétrico, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido siete días (7 d) desde la terminación de la fábrica contigua, salvo indicación del Proyecto o autorización del Director de las Obras y siempre previa comprobación del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Junto a las estructuras porticadas no se iniciará el relleno hasta que el dintel no haya sido terminado y haya alcanzado la resistencia que indique el Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras.

El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará simultáneamente a dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes del Director de las Obras.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida cada tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en su superficie, serán corregidas inmediatamente por el Contratista.

Se exigirá una densidad después de la compactación, en coronación, no inferior al 100 por 100 (100%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado según UNE 103501 y, en el resto de las zonas, no inferior al 95 por 100 (95%) de la misma. En todo caso la densidad obtenida habrá de ser igual o mayor que la de las zonas contiguas del relleno.

18.5.3 RELLENO DE ZANJAS PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

En el caso de zanja serán de aplicación los apartados anteriores en tanto en cuanto no contraríen a lo expuesto en este apartado, en otro caso será de aplicación lo aquí expuesto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001129

La decisión sobre la cama de apoyo de la tubería en el terreno, granular o de hormigón, y su espesor, dependerá del tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de juntas y la naturaleza del terreno, vendrá definida por el Director de las Obras.

Una vez realizadas, si procede, las pruebas de la tubería instalada, para lo cual se habrá hecho un relleno parcial de la zanja dejando visibles las juntas, se procederá al relleno definitivo de la misma, previa aprobación del Director de las Obras.

El relleno de la zanja se subdividirá en dos zonas: la zona baja, que alcanzará una altura de unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta que corresponde al resto del relleno de la zanja.

En la zona baja el relleno será de material no plástico, preferentemente granular, y sin materia orgánica. El tamaño máximo admisible de las partículas será de cinco centímetros (5 cm), y se dispondrán en capas de quince a veinte centímetros (15 a 20 cm) de espesor, compactadas mecánicamente hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 95 por 100 (95 %) del Proctor modificado según UNE 103501.

En la zona alta de la zanja el relleno se realizará con un material que no produzca daños en la tubería. El tamaño máximo admisible de las partículas será de diez centímetros (10 cm) y se colocará en tongadas pseudoparalelas a la explanada, hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 100 por 100 (100 %) del Proctor modificado, según UNE 103501.

En el caso de zanjas excavadas en terraplenes o en rellenos todo-uno la densidad obtenida después de compactar el relleno de la zanja habrá de ser igual o mayor que la de los materiales contiguos. En el caso de zanjas sobre terrenos naturales o sobre pedraplenes, este objetivo habrá de alcanzarse si es posible. En caso contrario, se estará a lo indicado por el por el Director de las Obras, pero en ningún caso, por debajo de los valores mínimos de densidad indicados en los párrafos anteriores de este Pliego.

Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

Cuando existan dificultades en la obtención de los materiales indicados o de los niveles de compactación exigidos para la realización de los rellenos, el Contratista podrá proponer al Director de las Obras, una solución alternativa sin sobrecoste adicional.

18.6 Limitaciones de la ejecución

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2º C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación.

18.7 Medición y abono

Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos (m3) medidos sobre los planos de perfiles transversales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

El precio incluye la obtención del suelo, cualquiera que sea la distancia del lugar de procedencia, carga y descarga, transporte, colocación, compactación y cuantos medios, materiales y operaciones intervienen en la completa y correcta ejecución del relleno, no siendo, por lo tanto, de abono como suelo procedente de préstamos, salvo especificación en contra.

El precio será único, cualquiera que sea la zona del relleno y el material empleado.

18.8 Normativa

- PG-3 – Obras, carreteras y puentes
- UNE 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.
- UNE 103502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.

19 OBRA CIVIL. FIRMES. ZAHORRAS

19.1 Definición

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. Se denomina zahorra artificial al constituido por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso. Zahorra natural es el material formado básicamente por partículas no trituradas. Las zahorras que se utilicen para el afirmado de caminos deberán presentar tonalidades acordes con el entorno, minimizando la generación de impactos visuales.

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

19.2 Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE; en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará en todo caso, además, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

19.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Los materiales para la zahorra artificial procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava natural. Para la zahorra natural procederán de graveras o depósitos naturales, suelos naturales o una mezcla de ambos.

Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de junio de 2001 por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El Director de las Obras, podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

El árido siderúrgico de acería deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento (5%), según la UNE-EN 1744-1. La duración del ensayo será de veinticuatro horas (24 h) cuando el contenido de óxido de magnesio, según la UNE-EN 196-2, sea menor o igual al cinco por ciento (5%) y de ciento sesenta y ocho horas (168 h) en los demás casos.

El árido siderúrgico procedente de horno alto no presentará desintegración por el silicato bicálcico ni por el hierro, según la UNE-EN 1744-1.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material granular. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades se empleará la NLT-326.

19.2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO3), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil (0,5%) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (1%) en los demás casos.

19.2.3 LIMPIEZA

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

En el caso de las zahorras artificiales el coeficiente de limpieza, según el anexo C de la UNE 146130, deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, del material de la zahorra artificial será mayor de treinta y cinco (EA > 35). De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a diez (10), y simultáneamente, el equivalente de arena no deberá ser inferior en más de cinco unidades a los valores indicados en la tabla.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 00215429
VISADO

En el caso de la zahorra natural, el Director de Obra podrá disminuir en cinco (5) unidades el valor exigido.

T00 a T1	T2 a T4 Arcenes de T00 a T2	Arcenes de T3 y T4
EA > 40	EA > 35	EA > 30

19.2.4 PLASTICIDAD

El material será "no plástico", según la UNE 103104, para las zahorras artificiales, en cualquier caso; así como para las zahorras naturales en carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T3; en carreteras con categoría de tráfico pesado T4 el límite líquido de las zahorras naturales, según la UNE 103103, será inferior a veinticinco (25) y su índice de plasticidad, según la UNE 103104, será inferior a seis (6).

En el caso de arcenes no pavimentados, de las categorías de tráfico pesado T32 y T4 (T41 y T42), el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá admitir, tanto para las zahorras artificiales como para las naturales que el índice de plasticidad según la UNE 103104, sea inferior a diez (10), y que el límite líquido, según la UNE 103103, sea inferior a treinta (30).

19.2.5 RESISTENCIA A LA FRAGMENTACIÓN

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2, de los áridos para la zahorra artificial no deberá ser superior a los valores indicados en la tabla.

Categoría Tráfico Pesado	
T00 a T2	T3, T4 y arcenes
30	35

Para materiales reciclados procedentes de capas de aglomerado de firmes de carretera o de demoliciones de hormigones de resistencia a compresión final superior a treinta y cinco megapascales (35 MPa), así como para áridos siderúrgicos, el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior en cinco (5) unidades a los valores que se exigen en la tabla 2, siempre y cuando su composición granulométrica esté adaptada al huso ZAD20, especificado en la tabla 3.1.

En el caso de los áridos para la zahorra natural, el valor del coeficiente de Los Ángeles será superior en cinco (5) unidades a los valores que se exigen en la tabla 2, cuando se trate de áridos naturales. Para materiales reciclados procedentes de capas de aglomerado de firmes de carretera o de demoliciones de hormigones y para áridos siderúrgicos a emplear como zahorras naturales el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior hasta en diez (10) unidades a los valores que se exigen en la tabla 2.

19.2.6 FORMA

En el caso de las zahorras artificiales, el índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

19.2.7 ANGULOSIDAD

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

El porcentaje mínimo de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5, para las zahorras artificiales será del cincuenta por ciento (50%).

19.3 Tipo y composición del material

La granulometría del material, según la UNE-EN 933-1, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla para las zahorras artificiales y en la tabla para las zahorras naturales.

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2 será menor que los dos tercios (2/3) del cernido por el tamiz 0,250 mm de la UNE-EN 933-2.

19.4 Equipo necesario para la ejecución de las obras

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

No se podrá utilizar en la ejecución de las zahorras ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por el Director de las Obras, después de la ejecución del tramo de prueba.

19.4.1 CENTRAL DE FABRICACIÓN DE LA ZAHORRA ARTIFICIAL

La fabricación de la zahorra artificial para su empleo en firmes de calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T3 se realizará en centrales de mezcla. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo y la producción horaria mínima de la central.

En cualquier caso, la instalación deberá permitir dosificar por separado las distintas fracciones de árido y el agua en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo. El número mínimo de fracciones para las zahorras artificiales será de dos (2).

Las tolvas para los áridos deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, provistas de una rejilla que permita limitar el tamaño máximo, así como de un rebosadero que evite que un exceso de contenido afecte al funcionamiento del sistema de clasificación. Se dispondrán con una separación suficiente para evitar contaminaciones entre ellas. Estas tolvas deberán, asimismo, estar provistas a su salida de dispositivos ajustables de dosificación.

Los sistemas de dosificación de los materiales podrán ser volumétricos; no obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer que sean ponderales, para la fabricación de zahorras artificiales que se vayan a emplear en calzadas de nueva construcción de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1 y cuando la obra tenga una superficie de pavimentación superior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m2).

Si se utilizan centrales de fabricación con dosificadores ponderales, éstos deberán ser independientes; al menos uno (1) para cada una de las fracciones del árido. La precisión del dosificador será superior al dos por ciento (± 2%).

El agua añadida se controlará mediante un caudalímetro, cuya precisión sea superior al dos por ciento (± 2%), y un totalizador con indicador en la cabina de mando de la central.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA. Colegiado nº 021929

Los equipos de mezcla deberán ser capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas.

19.4.2 ELEMENTOS DE TRANSPORTE

La zahorra se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

19.4.3 EQUIPO DE EXTENSIÓN

En calzadas de nueva construcción de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2, y cuando la obra tenga una superficie superior a los setenta mil metros cuadrados (70.000 m2), para la puesta en obra de las zahorras artificiales se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender el material con la configuración deseada y proporcionarle un mínimo de compactación, así como de sistemas automáticos de nivelación.

En el resto de los casos el Director de las Obras, deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de las zahorras.

En el caso de utilizarse extendedoras que no estén provistas de una tolva para la descarga del material desde los camiones, ésta deberá realizarse a través de dispositivos de preextensión (carretones o similares) que garanticen un reparto homogéneo y uniforme del material delante del equipo de extensión.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste.

Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán por el Director de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar alineadas con las existentes en la extendedora.

19.4.4 EQUIPO DE COMPACTACIÓN

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave.

La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos.

El Director de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus elementos, que serán los necesarios para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la zahorra en todo su espesor, sin producir roturas del material granular ni arrollamientos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA EREDIA Colegiado nº 0021929
VISADO

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar.

19.5 Ejecución de las obras

19.5.1 ESTUDIO DEL MATERIAL Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

La producción del material no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, establecida a partir de los resultados del control de procedencia del material.

Dicha fórmula señalará:

- En su caso, la identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación.
- La granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico.
- La humedad de compactación.
- La densidad mínima a alcanzar.

Si la marcha de las obras lo aconseja el Director de las Obras podrá exigir la modificación de la fórmula de trabajo. En todo caso se estudiará y aprobará una nueva si varía la procedencia de los componentes, o si durante la producción, se rebasaran las tolerancias granulométricas establecidas en la norma.

Caracteristica		Unidad	Categoria de trafico pesado	
			T00 a T1	T2 a T4 y arcenes
Cernido por los tamices UNE-EN 933-2	> 4 mm	% sobre la masa total	±6	±8
	4 mm		±4	±6
	0,063 mm		±1,5	±2
Humedad de compactación		% respecto de la óptima	±1	- 1,5 / + 1

19.5.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE QUE VA A RECIBIR LA ZAHORRA

Una capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la zahorra. El Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.

19.5.3 PREPARACIÓN DEL MATERIAL

Cuando las zahorras se fabriquen en central la adición del agua de compactación se realizará también en central, salvo que el Director de Obras permita expresamente la humectación in situ.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

En los demás casos, antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. Se podrán utilizar para ello la humectación previa en central u otros procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio del Director de las Obras, las características previstas del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

19.5.4 EXTENSIÓN DE LA ZAHORRA

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (30 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

19.5.5 COMPACTACIÓN DE LA ZAHORRA

Conseguida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada. La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba.

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión de la zahorra se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas a la zahorra en el resto de la tongada.

19.6 Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de la zahorra será preceptiva la realización de un tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y de compactación, y especialmente el plan de compactación. El tramo de prueba se realizará sobre una capa de apoyo similar en capacidad de soporte y espesor al resto de la obra.

Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la humedad y densidad in situ, establecidos, y otros métodos rápidos de control.

El Director de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será en ningún caso inferior a cien metros (100 m). El Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo:
    - En el primer caso se podrá iniciar la ejecución de la zahorra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA OREJA, Colegiado nº 00999
VISADO

- En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, modificación en los sistemas de puesta en obra, corrección de la humedad de compactación, etc.).

- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista:
  - En el primer caso, definirá su forma específica de actuación.
  - En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

19.7 Especificaciones de la unidad terminada

19.7.1 DENSIDAD

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T2, la compactación de la zahorra artificial deberá alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al cien por cien (100%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE-EN 13286-2.

En el caso de la zahorra natural o cuando la zahorra artificial se vaya a emplear en calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 o en arcenes, se podrá admitir una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE-EN 13286-2.

19.7.2 CAPACIDAD DE SOPORTE

El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la UNE 103808, será superior al menor valor de los siguientes:

Los especificados siguiente tabla, establecida según las categorías de tráfico pesado.

Tipo de zahorra	Categoria de trafico pesado			
	T00 a T1	T2	T3	T4 y arcenes
Artificial	180	150	100	80
Natural			80	60

El valor exigido a la superficie sobre la que se apoya la capa de zahorra multiplicado por uno coma tres (1,3), cuando se trate de zahorras sobre coronación de explanadas.

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulos Ev2/Ev1 será inferior a dos unidades y dos décimas (2,2).

19.7.3 RASANTE, ESPESOR Y ANCHURA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022029
VISADO

Dispuestos los sistemas de comprobación aprobados por el Director de las Obras, la rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto ni quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm) en calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2, ni en más de veinte milímetros (20 mm) en el resto de los casos. El Director de las Obras podrán modificar los límites anteriores.

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la establecida en los Planos de secciones tipo. Asimismo, el espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo; en caso contrario se procederá según el apartado “Espesor” de este pliego.

19.7.4 REGULARIDAD SUPERFICIAL

El Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, deberá cumplir en zahorras artificiales lo fijado en la tabla, en función del espesor total (e) de las capas que se vayan a extender sobre ella.

Porcentaje de hectometros	Espesor total de las capas superiores (cm)		
	e ≥ 20	10 < e < 20	e ≤ 10
50	< 3,0	< 2,5	< 2,5
80	< 4,0	< 3,5	< 3,5
100	< 5,0	< 4,5	< 4,0

Se comprobará que no existen zonas que retengan agua sobre la superficie, las cuales, si existieran, deberán corregirse por el Contratista a su cargo.

19.8 Limitaciones de la ejecución

Las zahorras se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material, tales que se superasen las tolerancias especificadas.

Sobre las capas recién ejecutadas se procurará evitar la acción de todo tipo de tráfico. Si esto no fuera posible, sobre las zahorras artificiales se dispondrá un riego de imprimación con una protección mediante la extensión de una capa de árido de cobertura. Dicha protección se barrerá antes de ejecutar otra unidad de obra sobre las zahorras. En cualquier circunstancia, se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza. El Contratista será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

19.9 Control de calidad

19.9.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Si con el material utilizado se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo o estuviese en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad homologado, según lo indicado en el apartado “Especificaciones técnicas y distintivos de calidad” de este pliego, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia del material no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Antes de iniciar la producción, se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud, según el resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible para cada tipo de material: mediante la toma de muestras en acopios, o a la salida de la cinta en las instalaciones de fabricación, o mediante sondeos, calicatas u otros métodos de toma de muestras.

Para cualquier volumen de producción previsto, se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m3) o fracción, de exceso sobre cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
- Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3 (sólo para zahorras artificiales).
- Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5 (sólo para zahorras artificiales).
- Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.

El Director de las Obras comprobará, además:

- La retirada de la eventual montera en la extracción de la zahorra.
- La exclusión de vetas no utilizables.

19.9.2 CONTROL DE EJECUCIÓN

19.9.2.5 Fabricación

Se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando los materiales que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc.

En su caso, se vigilará la altura de los acopios, el estado de sus separadores y de sus accesos.

En el caso de las zahorras artificiales preparadas en central se llevará a cabo la toma de muestras a la salida del mezclador. En los demás casos se podrá llevar a cabo la toma de muestras en los acopios.

Para el control de fabricación se realizarán los siguientes ensayos:

Por cada mil metros cúbicos (1.000 m3) de material producido, o cada día si se fabricase menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:

Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9. Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1. -Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m3) de material producido, o una (1) vez a la semana si se fabricase menos material: Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Proctor modificado, según la UNE 103501. Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3 (sólo para zahorras artificiales). Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5 (sólo para zahorras artificiales). Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.

Por cada veinte mil metros cúbicos (20.000 m3) de material producido, o una (1) vez al mes si se fabricase menos material: Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.

El Director de las Obras podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad (1/2) si considerase que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recepción de la unidad terminada se hubieran aprobado diez (10) lotes consecutivos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929
VISADO

19.9.2.6 Puesta en obra

Antes de verter la zahorra, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales segregados.

Se comprobarán frecuentemente:

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- La humedad de la zahorra en el momento de la compactación, mediante un procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando: Que el número y tipo de compactadores es el aprobado. El lastre y la masa total de los compactadores. La presión de inflado en los compactadores de neumáticos. La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios. El número de pasadas de cada compactador.

19.9.3 CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola tongada de zahorra:

- Una longitud de quinientos metros (500 m) de calzada.
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m2) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada hectómetro (1/hm).

Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote. En el caso de usarse sonda nuclear u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba. En los mismos puntos donde se realice el control de la densidad se determinará el espesor de la capa de zahorra.

Se realizará un (1) ensayo de carga con placa, según la NLT-357, sobre cada lote. Se llevará a cabo una determinación de humedad natural en el mismo lugar en que se realice el ensayo de carga con placa.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado “Regularidad superficial” de este pliego.

19.10Criterios de aceptación o rechazo del lote

19.10.1 DENSIDAD

La densidad media obtenida no será inferior a la especificada en el apartado “Densidad” de este pliego, no más de dos (2) individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta dos (2) puntos porcentuales por debajo de la densidad especificada. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, base de aceptación o rechazo.

19.10.2 CAPACIDAD DE SOPORTE

El módulo de compresibilidad Ev2 y la relación de módulos Ev2/Ev1, obtenidos en el ensayo de carga con placa, no deberán ser inferiores a los especificados en el apartado “Capacidad de soporte” de este pliego. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir los módulos especificados.

19.10.3 ESPESOR

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al previsto en los Planos de secciones tipo; no más de dos (2) individuos de la muestra podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en un diez por ciento (10%).

Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al especificado se procederá de la siguiente manera:

- Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al ochenta y cinco por ciento (85%) del especificado, se escarificará la capa en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), se añadirá el material necesario de las mismas características y se volverá a compactar y refinar la capa por cuenta del Contratista.
- Si el espesor medio obtenido en la capa fuera superior al ochenta y cinco por ciento (85%) del especificado y no existieran problemas de encharcamiento, se podrá admitir siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 003156

19.10.4 RASANTE

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas en el apartado “Rasante, espesor y anchura” de este pliego, ni existirán zonas que retengan agua.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el Director de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario sin incremento de coste para la Administración.

Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, éste se corregirá por cuenta del Contratista, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos.

19.10.5 REGULARIDAD SUPERFICIAL

En el caso de la zahorra artificial, si los resultados de la regularidad superficial de la capa terminada exceden los límites establecidos, se procederá de la siguiente manera:

- Si es en más del diez por ciento (10%) de la longitud del tramo controlado se escarificará la capa en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm) y se volverá a compactar y refinar por cuenta del Contratista.
- Si es en menos de un diez por ciento (10%) de la longitud del tramo controlado se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).

19.11Medición y abono

La zahorra se abonará por metros cúbicos (m3) medidos sobre los planos. No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

19.12Especificaciones técnicas y distintivos de calidad

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en este artículo se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Si los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté homologado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo podrá ser otorgado por las Administraciones Públicas competentes en materia de carreteras, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (según ámbito) o los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación o ensayos en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/95, de 28 de diciembre.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, colegiado nº 00212

19.13Normativa

- PG-3 – Obras, carreteras y puentes
- NLT-326 Ensayo de lixiviación en materiales para carreteras (Método del tanque).
- NLT-330 Cálculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras
- NLT-361 Determinación del grado de envejecimiento en escorias de acería.
- UNE 103103 Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
- UNE 103104 Determinación del límite plástico de un suelo.
- UNE 103300 Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- UNE 103503 Determinación “in situ” de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- UNE 103808 Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa estática.
- UNE-EN 196-2 Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cemento.
- UNE-EN 932-1 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1 Métodos de muestreo.
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
- UNE-EN 933-2 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-5 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.
- UNE-EN 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-9 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.
- UNE-EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1097-5 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 5: Determinación del contenido en agua por secado en estufa.
- UNE-EN 1367-2 Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.
- UNE-EN 13242 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- UNE-EN 13286-2 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 2: Métodos de ensayo para la determinación en laboratorio de la densidad de referencia y el contenido en agua. Compactación Proctor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Análisis químico.

Madrid, Julio de 2025

Ingeniero Industrial

Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

DOCUMENTO Nº4: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

CONTENIDO

1. MEMORIA 230
   1.1. Objeto del estudio y organización de la prevención 230
   1.2. Entorno de la obra 230
   1.3. Alcance de la actuación 232
   1.4. Recomendaciones previas 242
   1.5. Principios generales de seguridad y salud 242
   1.6. Organización de la seguridad 244
   1.7. Medidas de seguridad en el proceso constructivo 244
   1.8. Instalaciones provisionales de obra 259
   1.9. Medidas de seguridad en relación con la maquinaria de obra 262
   1.10. Medidas de seguridad en relación con los medios auxiliares 269
   1.11. Condiciones ambientales 272
   1.12. Instalaciones de salud y confort 273
   1.13. Seguridad en los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento durante la explotación de la instalación 274
   1.14. Conclusión 277
2. PLIEGO DE CONDICIONES 278
   2.1. Normativa legal de aplicación 278
   2.2. Obligaciones económicas de las partes implicadas 279
   2.3. Indices de control 284
   2.4. Parte de accidente y deficiencias 284
   2.5. Estadísticas 285
   2.6. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje 285
   2.7. Condiciones técnicas de los medios de protección herramientas y maquinaria 286
   2.8. Principios generales de organización 297
3. PRESUPUESTO 299
   3.1. Mediciones 299
   3.2. Presupuesto 304
   3.3. Resumen del presupuesto 310
4. FICHAS 311
5. PLANOS 314

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERIAS Colegiado nº 00419

1. MEMORIA

1.1. Objeto del estudio y organización de la prevención

Se redacta el presente Estudio de Seguridad y Salud en cumplimiento de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, para la obra de planta solar fotovoltaica denominada BETULA ZARATAN que se ubica en las Parcelas 10 del Polígono 5, del T.M de Simancas (Valladolid), por el Ingeniero Industrial Francisco José Luna Heredia, Colegiado nº 21 929 del COGITIM.

1.1.1. Planes de Seguridad

Aquellos contratistas vinculados directamente con la ejecución de la obra, cuyos trabajos o suministros entren en los supuestos contemplados en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, quedarán obligados a la redacción de un Plan de Seguridad de acuerdo con el presente Estudio y con lo previsto en dicho Decreto. Los planes de seguridad estarán sujetos a la aprobación del Coordinador de Seguridad de la obra y serán los documentos de trabajo en cuanto a la aplicación específica de las medidas de prevención, seguridad y salud a cada uno de los trabajos contemplados en el proyecto de ejecución. Existirá un libro de incidencias o similar que constará de hojas por duplicado, para el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud por parte de la Inspección de Seguridad y Salud en el trabajo.

1.2. Entorno de la obra

1.2.1. Emplazamiento

La planta solar fotovoltaica se ubica en:

* Parcelas: 10 Polígono 5, Simancas (Valladolid)

* Referencias Catastrales 47162A00500010

* Coordenadas: 347.235,02 m E; 4.607.933,90 m N (HUSO 30)

La ubicación exacta de las parcelas y la disposición de cada uno de los elementos que componen el presente proyecto se puede contemplar en el documento IV. Planos.

1.2.2. Centros asistenciales próximos

- Centro de salud:
  - Calle Calzada, 29, 47130 Simancas, Valladolid
  - Teléfono: 983 59 01 60
- Hospital Clínico Universitario de Valladolid:
  - Av. Ramón y Cajal, 3 47005 Simancas (Valladolid)
  - Teléfono: 983420000
- Teléfonos de interés:
  - Ayuntamiento - 983 59 00 08
  - Guardia Civil - 983270014

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021990
VISADO

- Policía Local - 983 59 08 87 / 092
- Bomberos - 080 / 112
- Protección Civil / Emergencias general - 112
- Taxi – 983 427 100

1.2.3. Climatología del lugar

En Simancas, los veranos son cortos, calurosos, secos y mayormente despejados y los inviernos son muy frío y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 1 °C a 30 °C y rara vez baja a menos de -4 °C o sube a más de 35 °C.

La temporada calurosa dura 2,9 meses, del 16 de junio al 11 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 26 °C. El mes más cálido del año en Simancas es julio, con una temperatura máxima promedio de 29 °C y mínima de 14 °C. La temporada fresca dura 3,6 meses, del 15 de noviembre al 2 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 13 °C. El mes más frío del año en Simancas es enero, con una temperatura mínima promedio de 1 °C y máxima de 9 °C.

En Simancas, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Simancas comienza aproximadamente el 6 de junio, dura 3,4 meses y se termina aproximadamente el 19 de septiembre. El mes más despejado del año en Simancas es julio, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 83 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 19 de septiembre, dura 8,6 meses y se termina aproximadamente el 6 de junio. El mes más nublado del año en Simancas es diciembre, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 59 % del tiempo.

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Simancas varía durante el año. La temporada más mojada dura 8,8 meses, de 21 de septiembre a 15 de junio, con una probabilidad de más del 14 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Simancas es octubre, con un promedio de 6,5 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. La temporada más seca dura 3,2 meses, del 15 de junio al 21 de septiembre. El mes con menos días mojados en Simancas es agosto, con un promedio de 2,1 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Simancas es octubre, con un promedio de 6,5 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 23 % el 31 de octubre.

La temporada de lluvia dura 10 meses, del 26 de agosto al 9 de julio, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Simancas es octubre, con un promedio de 40 milímetros de lluvia. El periodo del año sin lluvia dura 1,5 meses, del 9 de julio al 26 de agosto. El mes con menos lluvia en Simancas es agosto, con un promedio de 10 milímetros de lluvia

La velocidad promedio del viento por hora en Simancas tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 5,1 meses, del 3 de diciembre al 6 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 14,4 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Simancas es abril, con vientos a una velocidad promedio de 15,4 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 6,9 meses, del 6 de mayo al 3 de diciembre. El mes más calmado del año en Simancas es agosto, con vientos a una velocidad promedio de 12,8 kilómetros por hora.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRACISCO JOSE ISINA HEREDIA en colegiado nº 0021826

1.3. Alcance de la actuación

1.3.1. Descripción del proyecto

El proyecto para el que se hace este estudio de seguridad y salud se redacta con el fin de definir técnicamente y justificar cada uno de los elementos que compondrán la instalación de una planta de generación de energía eléctrica fotovoltaica para vertido a red, de potencia 5.000 KWn, 5,983 MWp y 5,730 MVA máxima de inversores.

Con la construcción de esta planta de generación solar, se pretende alcanzar dos objetivos bien definidos:

- Fomentar la energía solar fotovoltaica como fuente alternativa de producción de energía.
- Dar un valor añadido a los terrenos agrícolas.

Será el Ayuntamiento de esta localidad el que otorgará la respectiva Licencia de Obras, previa aprobación de este proyecto, y la correspondiente Licencia de Apertura de la actividad.

1.3.2. Prescripciones urbanísticas

El Ayuntamiento de Simancas debe expedir un Certificado de Compatibilidad Urbanística de la parcela afectada en el proyecto, informando sobre la compatibilidad de la actividad con el planeamiento urbanístico vigente.

1.3.3. Autor del proyecto

El autor de este proyecto es el Ingeniero Industrial Francisco José Luna Heredia, Colegiado nº 21 929 del COGITIM

1.3.4. Descripción general de la planta

El funcionamiento general de los sistemas de energía solar fotovoltaica de conexión a red consiste en transformar la energía recibida del sol (fotones) en energía eléctrica mediante el fenómeno denominado “efecto fotoeléctrico”, que se produce en las células que forman los módulos fotovoltaicos.

Esta energía eléctrica, producida en corriente continua se transforma en corriente alterna, con unas características determinadas que hacen posible su inyección a la red de transporte y distribución pública, por medio de inversores de conexión a red.

Para el acondicionamiento de la tensión se utilizan transformadores encargados de elevar la tensión de la corriente producida desde baja tensión a media tensión para su distribución a la red eléctrica.

Además de estos componentes principales, el sistema cuenta con otros como son el sistema de conexión a la red eléctrica general, las protecciones del ampo solar, las protecciones de los circuitos de alterna, la estructura soporte de los módulos, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, colegiado nº 0021929

La instalación estará formada por un campo solar constituido por 8.310 módulos TSM-NEG21C.20-720 Wp, lo que supone una potencia pico de 5,983MWp.

Los módulos se ubicarán sobre seguidor solar, con eje Norte-Sur e inclinados respecto a la horizontal en las direcciones Este y Oeste.

Los módulos se conectarán a 3 inversores de exterior Power Electronics HEMK FS1910K, lo que supone una potencia nominal de 5,730 MWn.

La siguiente tabla resume la configuración del parque:

Número total de módulos	8.310 (277 series de 30 módulos)
Potencia pico de la instalación (Wp)	5.983.000
Potencia Inversores (W)	5.730.000
Tipo de módulos	TSM-NEG21C.20-720 Wp
Tipo de inversor	Power Electronics HEMK FS1910K
Tipo Estación de Potencia	Central (MV-SKID Compact)
Tipo de seguidor	Soltec, tipo 2 paneles en vertical. 59 seguidores de 3 strings y 50 seguidores de 2 strings. (Total: 109Ud.)

Como medidas de seguridad que eviten el acceso a personal no autorizado, además del vallado perimetral se vigilará la parcela en la que se ubican los seguidores fotovoltaicos por medio de sistema de seguridad.

A continuación, se resumen las características principales del parque solar:

Potencia:

- Nominal: 5 MWn
- Máxima de inversor: 5,730 MVA
- Pico: 5,983 MWp energía generada (PV-Syst): 11.227 MWh/año

Estructura soporte:

- 59 seguidores de Seguimiento a un eje N-S de 3 series
- 50 seguidores de Seguimiento a un eje N-S de 2 series

Módulos fotovoltaicos:

- 8.310 uds de 720, Silicio policristalino

Inversores solares:

- 3 ud de HEMK FS1910K Trifásicos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Centros de transformación:

- 3 uds, MV-SKID FS1910K de 1910 kVA 13kV

1.3.5. Normativa aplicable

- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- REAL DECRETO 1993/1995, de 7 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre colaboración de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la seguridad social.
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- REAL DECRETO LEGISLATIVO 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- REAL DECRETO 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de la mutua de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno.
- LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- RESOLUCIÓN de 26 de agosto de 2008, de la Dirección General de Trabajo por la que se registra y publica el I Convenio colectivo nacional de los Servicios de Prevención Ajenos.
- REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la construcción.
- RESOLUCIÓN de 28 de febrero de 2012, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el V Convenio colectivo del sector de la construcción.
- REAL DECRETO 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- REAL DECRETO 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (Disposición adicional 2ª)
- ORDEN TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- LEY 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- REAL DECRETO 2200/1995, de 28 de diciembre de 1995, que aprueba el reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, que complementa al Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre de 1981.
- REAL DECRETO 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del registro Integrado Industrial.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA - Colegiado nº 0021929
VISADO

- REAL DECRETO 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio.
- RESOLUCIÓN de 5 de abril de 2011, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el acta de los Acuerdos referentes a la modificación del Acuerdo estatal del sector del metal.
- REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- REAL DECRETO 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- REAL DECRETO 1644/2008, de 10 de octubre, del Ministerio de la Presidencia por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- REAL DECRETO 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- REAL DECRETO 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- REAL DECRETO 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- REAL DECRETO 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos.
- LEY 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

1.3.6. Interés social

Con la instalación, que demanda mano de obra, se elevará el nivel tecnológico e industrial de la comarca. esta demanda de personal generará nuevos puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, con la respectiva repercusión positiva en el nivel socio-económico de la comarca.

1.3.7. Detalles constructivos

A continuación, se desarrollan las soluciones y sistemas constructivos susceptibles de aparecer a lo largo de la obra:

1.3.7.1. Detalles constructivos

Topografía:

Se procederá al replanteo en los tajos mediante servicio de topografía.

Ingeniería:

Se procederá a visitar la instalación para confirmar que las condiciones de partida coinciden con la realidad. En caso de ser necesario, se replanteará la distribución de la planta.

- *Ingeniería de obra civil*: se prepararán las memorias de cálculo de cimentaciones, estructura soporte, casetas de control, etc. y se sacarán los planos correspondientes.
- *Ingeniería de obra electromecánica*: se prepararán las memorias de cálculo de las secciones de conductores, sistema de tierras, protecciones eléctricas, etc, y los planos de detalle incluyendo esquemas unifilares.
- *Ingeniería de pruebas y puesta en servicio*: se elaborarán los procedimientos de pruebas y puesta en servicio de los equipos principales y los planos "as built" conforme quede ejecutada la instalación.

Obra civil:

Acabada la etapa anterior se marcarán las zonas de trabajo y se dispondrá la maquinaria necesaria para inicio de la obra civil, excavaciones, cimentaciones, vallado perimetral, tirada de tubo, relleno de zanjas, ejecución de casetas, etc.

Suministros:

Acorde con el avance de la obra civil se irán recibiendo en la central los diferentes equipos que la componen: estructuras solares, módulos fotovoltaicos, casetas prefabricadas, inversores, centros de transformación, contadores, cableado, etc.

Obra electromecánica:

Conforme al progreso de la obra civil se procederá al montaje y conexión de módulos fotovoltaicos, cableado de la parte de corriente continua, instalación de inversores, cableado de la parte de corriente alterna, ubicación de transformadores, instalación del equipo de conexión y desconexión principal, conexión de línea subterránea de interconexión entre las estaciones y centro de protección y medida, conexión estación, ubicación del sistema de control, monitoreo y comunicación.

Pruebas y puesta en servicio:

Según se vayan finalizando las diferentes subcentrales, se realizarán las pruebas necesarias y la puesta en marcha de los equipos y sistemas instalados.

Aspectos ambientales:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002929

El departamento de ingeniería velará por el cumplimiento, en todas las fases, de la resolución ambiental concedida, minimizando o mitigando las posibles afecciones al medioambiente. como ejemplo, se minimizarán las emisiones de polvo en suspensión procediendo a humedecer el terreno, se gestionarán los residuos conforme a la normativa aplicable, almacenándonos en obra hasta su retirada a vertedero o por gestor autorizado en función de su naturaleza.

1.3.7.2. Proceso constructivo

El procedimiento constructivo de las actividades y subactividades de obra civil y electromecánica es el siguiente:

Preparación del terreno:

Se procederá a limpiar el terreno de hierbas y rastrojos con retirada de una capa de tierra vegetal de hasta 30 centímetros y, en caso de ser necesario, se moverán tierras para aplanado del terreno. La tierra vegetal se amontonará en la parcela, para su posterior extendido una vez acabados los trabajos, incluso para la nivelación de la misma. En esta etapa se producirán emisiones de ruido y polvo en suspensión, pudiéndose mitigar esto último aportando cierta humedad al terreno. Se empleará la maquinaria requerida para la obra civil: retroexcavadoras, trascabos, camiones de volteo, motoniveladora y compactadoras.

Se incluye en esta etapa el suministro de la infraestructura provisional (oficinas, bodegas, almacenes, patios, cercos, energía eléctrica, agua, drenajes, etc.), para la recepción, almacenamiento, protección, conservación y custodia de todos los equipos y materiales de consumo o instalación permanente.

Suministros:

Se incluye en esta etapa el suministro de la infraestructura provisional (energía eléctrica, agua, drenajes, casetas de obra, etc.), para la recepción, almacenamiento, protección, conservación y custodia de todos los equipos y materiales de consumo o instalación permanente.

Caminos:

Se prepararán los caminos interiores y de acceso al Parque, de ancho suficiente para facilitar tanto la ejecución de la planta como su mantenimiento.

Cimentaciones:

- *Cimentaciones para báculos de cámaras de seguridad*: se procederá a realizar los pozos necesarios para alojar la cimentación de los báculos de la instalación de seguridad.
- *Cimentaciones para estructura soporte*: por las características de la estructura soporte empleada, no es necesaria la realización de cimentaciones previas sino que se procederá al hincado de los postes de dichas estructuras, empleándose una máquina de hincado de postes con una movilidad total sobre cualquier tipo y forma de terreno y provista de un martillo con fuerza de impacto suficiente para el hincado hasta la profundidad estipulada por el fabricante del seguidor solar o estructura fija, según el caso.
- *Cimentaciones para edificaciones*: se procederá a realizar las cimentaciones necesarias para ubicar elementos constructivos tales como inversores solares, transformadores, y sus protecciones, ubicándolos lo más cercanos a los seguidores que recojan, pero a una distancia tal que no produzcan sombras sobre los mismos. También se realizarán las cimentaciones necesarias para la caseta de control u otros edificios auxiliares que pudieran necesitarse.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 021929
VISADO

Canalizaciones y registros:

Tras el marcado de las diferentes zonas de trabajo (atendiendo indicaciones de ingeniería), se realizarán las excavaciones oportunas en cuanto a zanjas para conducción del cableado necesario y sus registros o arquetas correspondientes, empleándose para ello retroexcavadoras y camiones de volteo. los rellenos de las zanjas se realizarán con un lecho de arena sobre el que se colocarán los tubos (que tendrán un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los conductores que por ellos discurran), se recubrirán de arena los tubos y se terminarán d rellenar las zanjas con la tierra retirada en su apertura, compactándose hasta llegar a las indicaciones definidas en el estudio geotécnico.

Montaje de estructura soporte:

Tras la recepción de las estructuras solares a utilizar en el parque, se procederá a su montaje atendiendo en todo momento al manual facilitado por el fabricante de los mismos. Tras la fijación de la base se montará la parrilla que alojará los módulos fotovoltaicos. Se empleará la tornillería indicada por el fabricante y se harán las soldaduras necesarias. Se requerirá grúa y herramienta menor.

Montaje y conexión de módulos fotovoltaicos:

Finalizado el montaje de los seguidores solares o estructura fija portante, se procederá a la ubicación de los módulos fotovoltaicos sobre la parrilla de las estructuras y a su posterior conexión (serie-paralelo) por medio de conectores enchufables MCS. Se utilizará mano de obra con conocimientos electromecánicos y la siguiente maquinaria: manipuladora telescópica, furgoneta, grupo electrógeno, andamios (siempre que la altura de trabajo sea ≥ 2 m), grupo de soldadura y pequeña herramienta.

Cableado de corriente continúa:

Como se ha indicado en apartados anteriores, en las zanjas excavadas se dejarán preparados los tubos necesarios para albergar el cableado de la central, acorde con las secciones y número de cables que discurrirán por los mismos. conforme al avance de conexión de módulos fotovoltaicos, se procederá al cableado de los módulos fotovoltaicos hasta las cajas de conexión, a la tirada de cable bajo tubo hasta las casetas de inversores, en la puesta a tierra, y a la instalación y conexionado de las diferentes protecciones. Asimismo, se realizará la instalación de los sistemas de seguimiento conforme a las instrucciones de su fabricante. Se utilizará mano de obra electromecánica y se requerirá el empleo de andamios, furgonetas y pequeña herramienta electromecánica.

Montaje de inversores solares, estaciones transformadoras y celdas de media tensión:

Una vez ejecutada la cimentación de los inversores solares, estaciones transformadoras y celdas de media tensión (en caso de ser necesario) se procederá a la ubicación de dichos elementos, siendo todos ellos de exterior. Se requerirá mano de obra con conocimientos electromecánicos y el empleo de pequeña herramienta electromecánica.

Cableado de corriente alterna y media tensión:

Conforme se ubiquen los equipos de acondicionamiento de potencia se comenzará el cableado de la instalación en corriente alterna y en media tensión hasta la primera de las estaciones del parque. La mano de obra deberá tener conocimientos electromecánicos y será necesario disponer de andamios, una furgoneta y pequeña herramienta electromecánica.

Sistema de control, monitoreo y comunicación:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, colegiado nº 002192
VISADO

Finalizada la obra electromecánica anterior, se instalarán y conexionarán los equipos y sistemas de control, monitoreo y comunicación de la central, incluyendo el cableado para control de los sistemas y equipos de seguimiento, apertura y cierre de los inversores, apertura y cierre del equipo de conexión y desconexión principal. Se incluye en esta etapa la instalación y conexión de las estaciones meteorológicas, los contadores de energía eléctrica, el sistema de control y adquisición de datos. Se precisará mano de obra electromecánica, una furgoneta y pequeña herramienta.

1.3.7.3. Etapa de funcionamiento

Durante la fase de funcionamiento la instalación no requiere de actuación alguna, pues ésta genera electricidad a partir de la luz solar que recibe, único recurso natural que necesita disponer y que, en principio, es inagotable.

La inspección minuciosa de las plantas de energía solar es esencial para poder operar estos sistemas con eficiencia óptima. Actuando de forma coordinada, el monitoreo y el mantenimiento serán las claves para el óptimo funcionamiento de la planta.

Monitoreo:

El seguimiento en tiempo real que se hará del funcionamiento de la planta a través de un acceso telemático donde se analizará el comportamiento de todos los equipos instalados así como la detección de posibles fallas o desviaciones respecto a la producción óptima teórica en ese momento, la generación de reportes diarios, semanales, mensuales y anuales de la generación de energía y su comparación con las medias históricas, el cálculo de las reducciones de emisiones de CO2, el mantenimiento de una bitácora de fallos o problemas, etc.

Mantenimiento Preventivo General:

Consistirá en la revisión física periódica del sistema y labores de limpieza de los equipos y el terreno. El mantenimiento preventivo de la planta constará de las siguientes acciones:

- *LP – Limpieza de paneles*: para evitar la acumulación prolongada y permanente de objetos y depósitos de suciedad en la superficie de todos los módulos existentes en el parque. La limpieza de los módulos se realizará con una limpiadora de agua a presión. Solo se utilizará agua convenientemente tratada, evitando el uso de productos abrasivos. Mientras se realice la limpieza, cuidaremos el hecho de advertir cualquier indicio de degradación o alteración en el estado de los módulos: roturas, penetración de agua, etc. Se estiman 3 limpiezas completas al año y limpiezas selectivas cuando sea necesario.
- *CV – Control de vegetación*: se controlará la hierba que brota en el parque solar para evitar posibles sombreados que afecten a la producción de los parques solares y/o que puedan representar riesgo de propagación de fuegos. Dicho control se realizará de forma manual o mecánica (azada, tijeras, etc.). El seguimiento será continuo.
- *CA – Control de arquetas y tubos*: se revisarán una a una todas las arquetas del parque (D.C., A.C. y seguridad) y se comprobará su estado estructural (posibles roturas) e interior (taladradas para que no se acumule el agua y con los tubos que la acometen perfectamente sellados). Si no se puede arreglar utilizando hormigón (forma más habitual), se procederá a su sustitución por una nueva. También se debe revisar las arquetas existentes dentro de las casetas que alojan los inversores. Se prevé un control anual.
- *LC – Limpieza de casetas*: se verificarán en cada caseta el estado exterior del acerado perimetral, la aparición de posibles grietas en el cerramiento., el estado de la cubierta, el estado de la pintura exterior, el estado de la puerta de acceso, la aparición de posibles humedades por filtración de agua, la pintura

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021928
VISADO

interior y el estado general de limpieza interior. Se prevé limpieza cuatrimestral y siempre que sea necesario.

- *CF – Cambio de filtros*: se retirarán las rejillas de ventilación de las casetas para sustituir el filtro por otro nuevo. Se prevé comprobación mensual en verano y trimestral el resto del año.
- *RE – Revisión de extintores*: la comprobación la realizará una empresa mantenedora autorizada. se revisarán anualmente.
- *RV – Revisión de vallado*: se recorrerá todo el perímetro del parque para verificar que no existen posibles aperturas ni zonas en mal estado. En el caso de encontrar alguna anomalía, ésta se subsanará de la manera más indicada. Se revisará mensualmente.
- *APZ – Aplicación de pintura de zinc*: se recorrerán todos los lugares del parque donde existan posibilidades de corrosión (estructuras y casetas), con el fin de poder advertir cualquier indicio de ésta. Donde se encuentren indicios, se aplicará, bien pintura rica en zinc, bien spray de galvanizado en frio. Recorrer las estructuras, también se utilizará para detectar y corregir posibles degradaciones o alteraciones en el estado de la estructura soporte: aflojamientos, roturas, etc. Se revisará semestralmente.
- *CE – Comprobación de extractores*: se provocarán las actuaciones de los termostatos con el fin de verificar su correcto funcionamiento. Esto es indispensable para garantizar que en el interior de las casetas de inversores existen las condiciones de temperatura adecuadas. se prevé comprobación mensual en verano y semestral el resto del año.
- *SI – Soplado interno de inversores y comprobación de estado eléctrico de la planta*: Se comprobará que los estados de conservación, limpieza y sujeción (en su caso) del inversor y demás aparatos eléctricos de la instalación, se mantienen en condiciones similares a las de la puesta en marcha de la instalación. Se actuará para corregir posibles desviaciones. Se realizará un soplado interno del inversor para eliminar restos de polvo. Se prevé soplado semestral y limpieza selectiva según necesidad.
- *CI – Comprobación de tensiones e intensidades*: se comprobarán en momentos del día en que no haya nubes. se comprobará anualmente.
- *CS – Control del Sistema de Seguridad*: se validará que las cámaras ofrezcan imágenes claras tanto de día como de noche y se realizarán pruebas de detección, forzando alarmas en el sistema perimetral de barreras de infrarrojos.
- *CP – Control de Producción*: se valorarán los datos de producción diarios de todas las instalaciones que conforman el parque solar. En el caso de detectar cualquier anomalía se actúa sobre ella. Se comprobará diariamente.
- *CT - Centros de Transformación*: se comprobará del correcto estado de los centros de transformación, en cuanto a limpieza estado de equipos, elementos de maniobras, elementos de seguridad etc. Se prestará especial atención a la tornillería de los centros y a su limpieza. se comprobarán anualmente.
- *RT – Reapriete de tornillería*: se reapretarán todos los tornillos de cualquier instalación componente de la huerta solar. Se tendrá en cuenta el par de apriete máximo recomendado por el fabricante correspondiente. se reapretarán anualmente.
- *MA – Medidas de aislamiento eléctrico, tierras*: se comprobará el aislamiento de los conductores principales del parque fotovoltaico en BT para detectar posibles corrientes de fuga o futuras averías. También se comprobará que las tierras de los centros de inversores y centros de transformación se mantienen dentro de los valores reglamentarios. se comprobarán anualmente.
- *RM – Revisión sistema de monitorización*: se comprobará que se recibe señal de todos los elementos componentes del sistema de monitorización y que dichas señales son válidas. Se calibrarán los sensores de radiación y temperatura y se harán pruebas de alarmas para la comprobación de la correcta recepción de éstas. Se revisarán los cableados de comunicaciones. Se revisará anualmente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LINA HEREDIA (Colegiado nº 002929)
VISADO

- *TE – Termografía integral anual*: se realizará una termografía completa de todos los módulos del parque, identificando los puntos calientes. se realizará anualmente.
- *MC – Medición curvas I-V del 50% de strings anual*: se realizará un informe con el resultado de la medición de las curvas I-V de la mitad de los strings del parque. Se realizará anualmente.

Mantenimiento Correctivo:

Consiste en las acciones llevadas a cabo cada vez que surge un problema de mal funcionamiento de los equipos, independientemente de su origen.

1.3.7.4. Etapa de desmantelamiento

Una vez terminada la vida útil de la instalación se procederá al reciclaje de todos los componentes (módulos fotovoltaicos, estructuras metálicas, cables, tubos, materiales de construcción...) por parte de las empresas pertinentes dedicadas a tal fin.

Desmantelamiento de módulos:

Los fabricantes de paneles garantizan una vida útil de 25 años, teniendo una pérdida de eficiencia de aproximadamente el 0.50% anual, sin embargo, el tiempo de uso en el cual los paneles generan electricidad supera fácilmente los 30 años, si cuentan con un buen mantenimiento. En el momento en que los paneles ya no puedan generar energía, ya sea por desgaste o por daños a los mismos, dichos paneles serán reciclados cumpliendo con las normas y protocolos internacionales vigentes en el momento en que se produzcan puesto que sus componentes principales son vidrio, silicio y aluminio.

Desmantelamiento de la estructura soporte:

Para el desmantelamiento de los seguidores solares, compuesta principalmente por acero galvanizado, en primer lugar, se desmontarán los módulos y las parrillas las estructuras soporte y una vez en el suelo se procederá a su desarme. Los materiales desmontados serán trasladados a un lugar adecuado para su disposición, reutilización o en su caso reciclados con el visto bueno de las agencias ambientales correspondientes.

Desmantelamiento de canalizaciones:

Toda infraestructura de canalización que se encuentre en zanja será retirada previa excavación realizada en su proximidad. Las cajas, registros y elementos auxiliares de las canalizaciones serán eliminados restaurando las zonas afectadas a su estado original. principalmente serán elementos de plástico, que se llevarán a empresas dedicadas al reciclaje de este material. las zanjas abiertas se rellenarán con las tierras procedentes de su excavación, las cuales serán posteriormente compactadas.

Retirada del cableado y pequeño material eléctrico:

Tanto los conductores de cobre o aluminio retirados como el pequeño material eléctrico (conectores, cajas de conexión, contadores...) serán llevados a vertedero autorizado o en su caso reciclados.

Desmontaje de inversores, transformadores, celdas y edificaciones:

Los materiales eléctricos de gran envergadura como inversores, transformadores y celdas de media tensión serán llevados a vertedero autorizado o en su caso reciclados por empresa autorizada. para el caso de edificaciones (como la caseta de vigilancia), una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

reutilización, se procederá a su demolición mediante medios mecánicos, procediéndose al desmontaje de la cubierta y sus cerramientos y eliminándose los perfiles metálicos que hubiera mediante corte de los mismos.

Retirada de cimentaciones:

Se procederá a la extracción de las cimentaciones existentes realizando una excavación en su proximidad y se procederá a la destrucción de las mismas con medios mecánicos, extrayéndose las zapatas y rellenándose posteriormente el terreno con la tierra retirada. Los elementos metálicos serán depositados en plantas de reciclaje y los escombros serán retirados a vertedero autorizado.

Restitución de terrenos:

Aunque no se estima necesario, podría darse el caso de necesitarse un aporte de tierra vegetal en determinadas zonas más afectadas del parque. En caso de que las autoridades lo requirieran, se procedería a la replantación arbórea, matorral o cualquier otra vegetación para la restauración del terreno.

1.3.8. Presupuesto y plazo de ejecución

El presupuesto de ejecución material de la obra (P.E.M) es de 5.125.692,60 vigente. el plazo de ejecución de la obra será como máximo de 6 meses.

1.3.9. Número de operarios

El número máximo de operarios que simultáneamente podrían trabajar en la obra, considerando todos los oficios participantes, se estima en 50 personas.

1.4. Recomendaciones previas

1.4.1. Recomendación previa de Seguridad y Salud

Es condición fundamental e indispensable que la ejecución de las obras afecte lo mínimo a las actividades de las industrias colindantes, especialmente se evitará:

- La emisión de polvo.
- El exceso de ruido.
- La emisión de efluvios o lixiviados.
- La circulación peligrosa de vehículos.
- La acumulación de basuras o restos de comida o bebida (se deberán disponer contenedores específicos).

1.5. Principios generales de seguridad y salud

1.5.1. Principios básicos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021029

En capítulos sucesivos se describen pormenorizadamente y de forma específica tanto las medidas de seguridad a adoptar en cada una de las actividades de la obra como las instalaciones de salud y confort que se requieren para los operarios. No obstante, existen unos principios básicos que son aplicables de forma general a todas las actividades y que se deben considerar al plantear la ejecución de cualquier tarea:

a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

b) La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.

d) El mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

e) La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

f) La recogida de materiales peligrosos utilizados.

g) El almacenamiento y eliminación o evacuación de residuos y escombros.

h) La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

i) La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra. Todos estos principios deberán ser considerados por los contratistas en el planteamiento de sus trabajos y se reflejarán explícitamente en la redacción de los planes de seguridad.

1.5.2. Formación e información de riesgos

En cumplimiento de la actual Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, deberá realizarse la formación e información adecuada en materia preventiva y específicamente de:

- Riesgos previos al inicio del trabajo.
- Riesgos del personal durante la ejecución de la obra.
- Información sobre riesgos graves e inminentes.
- Riesgos específicos de cada actividad.
- Formación específica de los Responsables de Seguridad.

1.5.3. Medidas de protección individual

Los equipos de protección individual sólo se utilizarán cuando los riesgos no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios de protección colectiva o mediante la organización del trabajo. Dichos equipos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929
VISADO

deberán proporcionar una protección eficaz contra los riesgos sin que supongan por sí mismos riesgos adicionales. La elección de equipos deberá realizarse previo análisis y evaluación de los riesgos. Algunas de las actividades que requieren uso de equipos de protección individual son:

- Casco protector (obras, trabajos debajo de andamios, trabajos en altura, encofrado / desencofrado montaje y colocación de andamios, demolición, trabajos en estructuras de altura, zanjas y pozos, galerías, movimientos de tierras, etc.).
- Calzado de seguridad (obra gruesa, trabajos en andamios, demolición, cubiertas, trabajos en altura, encofrado/ desencofrado, trabajos eléctricos, etc.)
- Gafas o pantallas (soldadura, máquinas que levanten virutas, pistolas grapadoras, trabajos eléctricos, etc.)
- Mandiles antiperforantes (soldadura)
- Guantes (soldadura, aristas cortantes, riesgo eléctrico)
- Cinturón de seguridad (trabajos en andamios y trabajos en altura cuando las protecciones colectivas no garanticen la seguridad)

Con independencia de lo anterior, la premisa básica para que los trabajos se desarrollen en las condiciones de seguridad adecuada es que sean realizados por personal cualificado y con la formación y experiencia necesaria en cada uno de los oficios, y que dicho personal haya sido instruido sobre las condiciones técnicas y riesgos específicos en el trabajo que debe ejecutar.

1.6. Organización de la seguridad

Al estar prevista la ejecución de la obra por un conjunto de empresas independientes sin relación contractual entre ellas, se debe seleccionar un contratista, en adelante Contratista Principal, que será el encargado de suministrar, instalar y mantener las medidas de protección colectiva e instalaciones de seguridad y salud. El alcance del suministro del Contratista Principal incluirá:

- Medidas de protección colectiva, incluso servicio de vigilancia y reposición de elementos de seguridad.
- Valla de obra y balizamiento.
- Acometidas provisionales de obra (agua, electricidad, teléfono y vertidos).
- Aseos de obra para todos los trabajadores, incluso limpieza y mantenimiento.
- Iluminación general de obra.
- Cuadro general y cuadros de obra.
- Extintores de obra.
- Botiquín de obra.
- Casetas para la dirección de obra.
- El resto de los contratistas colaborará solidariamente con el Contratista Principal en el mantenimiento de las instalaciones anteriores mediante el buen uso y cuidado de las mismas.

1.7. Medidas de seguridad en el proceso constructivo

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 00299

1.7.1. Cerramiento de la planta solar mediante vallado perimetral

Se consideran las siguientes medidas de protección para cubrir el riesgo de las personas que transiten en las inmediaciones de la obra:

a) El límite de la obra estará delimitado mediante vallado cinegético. La altura no será inferior a 2m y cerrará totalmente la zona de obra, no dejando más puntos abiertos que los accesos establecidos que, en todo caso, contarán con puertas.

b) Señalización exterior delimitando los accesos e indicando las zonas prohibidas para personal ajeno a la obra. Las señales serán bien visibles y fácilmente inteligibles, estando en lugares adecuados. Cuando exista dificultad por falta de luminosidad para su lectura, se pondrán señales luminosas.

c) Se indicarán claramente las zonas de acceso, con carteles indicadores con los requisitos para poder entrar a la obra.

d) No se permitirá el paso a las obras a personas ajenas a las mismas. Para acceder se obligará a cumplir las medidas de seguridad y protección requeridas. Se avisará al personal para que cesen los trabajos que puedan comprometer la seguridad de las personas.

e) Se prestará especial atención a la entrada y salida de vehículos a la obra por los accesos previstos. Estas maniobras se deberán realizar bajo el control de un señalista.

1.7.2. Movimiento de tierras y excavaciones

Descripción de los trabajos:

De acuerdo con los estudios geotécnicos realizados, se deberán adoptar por el constructor las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos (apeos y entibaciones), aplicando las normas técnicas de edificación y teniendo en cuenta la forma de realización de los trabajos.

- En una primera fase se realizará la explanación del terreno, hasta la cota de trabajo para la ejecución de la plataforma del edificio.
- Las zonas de excavación quedarán señalizadas y balizadas para evitar el vuelco de vehículos y atropellos, no debiendo estacionarse ni transitar más que el personal del servicio correspondiente.
- Los pozos de cimentación para zapatas y zanjas de saneamiento se ejecutarán con retroexcavadora. Se entibarán los pozos y zanjas que sobrepasen 1,30 m de profundidad. la retroexcavadora finalizará la excavación del solar desmontando las tierras correspondientes a la rampa de acceso si ésta fuera necesaria.
- Se realizará un acopio de madera y elementos auxiliares de enlace por si fuera necesario realizar algún apeo durante la ejecución de la excavación.
- Antes de comenzar la excavación se dispondrán barandillas con rodapié en el perímetro de la misma, siempre que la profundidad de la zanja sea h ≥ 2 m.

Riesgos más frecuentes:

- Atropellos y colisiones, originados por la maquinaria.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929
VISADO

- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- Desprendimiento del terreno.
- Caídas en altura.
- Caídas al mismo nivel.
- Generación del polvo.
- Ruidos.

Normas básicas de seguridad:

- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
    - Para evitar desprendimientos, se controlarán periódicamente las paredes de la excavación, de forma especial después de grandes lluvias o heladas, o cuando se interrumpa el trabajo más de un día por cualquier circunstancia.
    - Los pozos de cimentación estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.
- Estará prohibida la permanencia de personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente, o debajo de macizos horizontales.
- Todas las excavaciones con más de 1 m de profundidad deben quedar balizadas al finalizar los trabajos.
- Al proceder al vaciado de la rampa, la retroexcavadora actuará con las zapatas de anclaje apoyadas en el terreno.
- La salida a la calle de camiones será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- Correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido.

Protecciones personales:

- Casco homologado en todo momento.
- Calzado de seguridad.
- Mono o ropa de trabajo y, en su caso, trajes y botas de agua.
- Empleo de cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.

Protecciones colectivas:

- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria. Organización del tráfico y señalización.
- Adecuado mantenimiento de la maquinaria.
- Protección de la excavación, mediante barandilla resistente con rodapié.
- Iluminación adecuada.

1.7.3. Viales

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Descripción de los trabajos:

- Se señalizarán convenientemente los accesos al recinto de la obra.
- Las entradas y salidas se realizarán con especial cuidado de manera que no se produzcan colisiones con otros vehículos que entren o salgan de las instalaciones.

Riesgos más frecuentes:

- Atropellos y colisiones originados por vehículos y maquinaria.
- Vuelcos de vehículos y maquinaria.
- Caída de objetos a la vía pública.

Normas Básicas de Seguridad:

La protección de los peatones ajenos a la obra se resolverá mediante la vigilancia de la entrada y salida de vehículos y la advertencia de prohibición de acceso para personas ajenas a la obra.

Asimismo, se contemplan las siguientes medidas:

- Señalar y balizar convenientemente los obstáculos en los viales que puedan dificultar la libre circulación de vehículos.
- No se iniciarán las obras si no están convenientemente señalizadas.
- Las maniobras que resulten de esta señalización serán cómodas.
- Las maniobras de entrada y salida de vehículos estarán auxiliadas mediante un señalista.

Protecciones Colectivas:

- Indicación de posibles desviaciones.
- Delimitación longitudinal de la zona ocupada.

1.7.4. Instalación de tubo, arquetas y tendido de cable DC

Descripción de los trabajos:

La conexión de cada rama hasta los inversores se realizará mediante cables del siguiente tipo:

Tipo	PV ZZ-F	RV-AL
Tensión	1,5kV	1,5kV
Conductor	Cobre	Aluminio
Secciones	4-10 mm^2	70-400 mm^2

Dichos cables irán directamente enterrados o al aire, en los cruces irán protegidos por tubo corrugado de plástico de diámetros variables según la zona, así como también se dispondrán arquetas de registro e inspección, cada pocos metros, para su mejor distribución y control.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Riesgos más frecuentes:

- Atropellos y colisiones originados por vehículos y maquinaria.
- Vuelcos de vehículos y maquinaria.
- Sepultamientos
- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos
- Proyección de partículas o materiales

Normas Básicas de Seguridad:

La organización de los trabajos debe garantizar una coordinación adecuada de actividades cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre actividades. En particular, entre:

- Trabajos de instalación de tubo, arquetas y pozos de registro en zanjas y trabajos de excavación, con el objeto de:
    - Reducir al máximo los tiempos de mantenimiento de la zanja abierta, para minimizar el deterioro de la excavación y, de este modo, los posibles riesgos asociados.
    - Evitar las sobrecargas dinámicas o estáticas en zonas próximas a la excavación de la zanja.
    - Evitar la posible simultaneidad de presencia de máquinas y trabajadores en la misma zona de actuación para minimizar el riesgo de atropello.
    - Evitar realizar trabajos de movimientos de tierras durante los trabajos en el interior de las zanjas ni en la misma vertical ni en zonas anexas.
- Evitar el paso de cargas suspendidas sobre los trabajadores situados en el interior de la zanja.
- Se tiene que prever el método de trabajo más seguro:
    - En el interior de zanjas.
    - En recintos confinados tales como, por ejemplo, arquetas, galerías, etc.

Protecciones personales:

- Casco homologado en todo momento.
- Calzado de seguridad homologado en todo momento.
- Guantes de cuero contra riesgos mecánicos por el tendido de cable.
- Mono o ropa de trabajo. Impermeable en su caso.
- Chaleco o ropa de alta visibilidad, si existen máquinas en movimiento en la planta.
- Protecciones Colectivas, o Delimitación longitudinal de la zona ocupada.
- Entibación de zanjas en terrenos poco estables.

1.7.5. Cimentaciones

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929
VISADO

Descripción de los trabajos:

Las cimentaciones serán a base de pozos para zapatas aisladas y zanjas para vigas riostras. En función de los niveles alcanzados, se regularía con muros de hormigón.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas al fondo de la excavación.
- Caídas al mismo nivel, a consecuencia del estado del terreno.
- Heridas punzantes, causadas por armaduras y clavos.
- Vuelco de vehículos y máquinas.
- Desprendimientos.
- Caídas de objetos desde la maquinaria.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Golpes provocados por la maquinaria y utillajes.

Normas básicas de seguridad:

- Clara delimitación de las áreas para acopio de armaduras, encofrados, etc.
- Mantenimiento de la zona de trabajo en el mejor estado posible de limpieza.
- Inmediatamente después de realizar un desencofrado, se limpiará la madera eliminando todas las puntas o clavos.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria.

Protecciones personales:

- Casco homologado en todo momento.
- Calzado de seguridad homologado en todo momento.
- Guantes de cuero para el manejo de ferralla y encofrado.
- Mono o ropa de trabajo. Impermeable en su caso.
- Chaleco o ropa de alta visibilidad, si existen máquinas en movimiento en la planta.
- Guantes de goma para manipulación de hormigón.

Protecciones colectivas:

- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Organización del tráfico y señalización.
- Adecuado mantenimiento de la maquinaria.
- Iluminación adecuada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1.7.6. Montaje de estructura y módulos fotovoltaicos

Descripción de los trabajos:

Los módulos se ubicarán sobre seguidor solar, orientados perfectamente al Sur y e inclinados ±55º respecto a la horizontal.

La empresa suministradora, contando con la certificación ISO 9001 para sus productos, fabricados con acero de alta calidad.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas en altura de personas.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, destornilladores, alicates, llaves fijas).
- Golpes/cortes en manos, pies y cabeza.
- Caídas al mismo nivel, por falta de orden y limpieza en los tajos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos eléctricos
- Estrés térmico
- Radiaciones no ionizantes
- Sobreesfuerzos
- Posturas forzadas y movimientos repetitivos

Normas básicas de seguridad:

- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o en cinturón portaherramientas para evitar su caída a otro nivel o al mismo nivel para evitar tropiezos.
- Cuando se eleven los perfiles metálicos o cualquier otro objeto, el personal no estará debajo de las cargas suspendidas.

Protecciones personales:

- Casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero para el manejo de paneles y estructura metálica.
- Mono o ropa de trabajo. Impermeable en su caso.
- Calzado de seguridad homologado en todo momento.
- En el montaje de estructuras metálicas o panel fotovoltaico se utilizará el cinturón de seguridad o arnés de seguridad (dependiendo del método de montaje) siempre que se realicen trabajos en altura (h ≥ 2m), así como guantes y visera adecuados cuando se realicen trabajos de soldadura.

Protecciones colectivas:

- Todos los huecos, tanto horizontales como verticales y bordes de maquinaria de elevación estarán protegidos con barandillas de 0,90 m de altura y 0,15 m de rodapié.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Estará prohibido el uso de cuerdas con banderolas de señalización a manera de protección, aunque se pueden emplear para delimitar zonas de trabajo.

Iluminación adecuada.

1.7.7. Instalación de Centros de Transformación y Casetas de Inversores

Descripción de los trabajos:

La planta solar fotovoltaica contará con estaciones de inversores que interconectarán con un transformador de intemperie formando un SKID de MT.

El SKID de MT se localiza de forma adyacente en la misma plataforma de hormigón que los inversores eléctricos. La huella global del sistema completo está optimizada ya que el SKID de MT complementa los beneficios de la envolvente del inversor outdoor en una instalación sencilla y compacta.

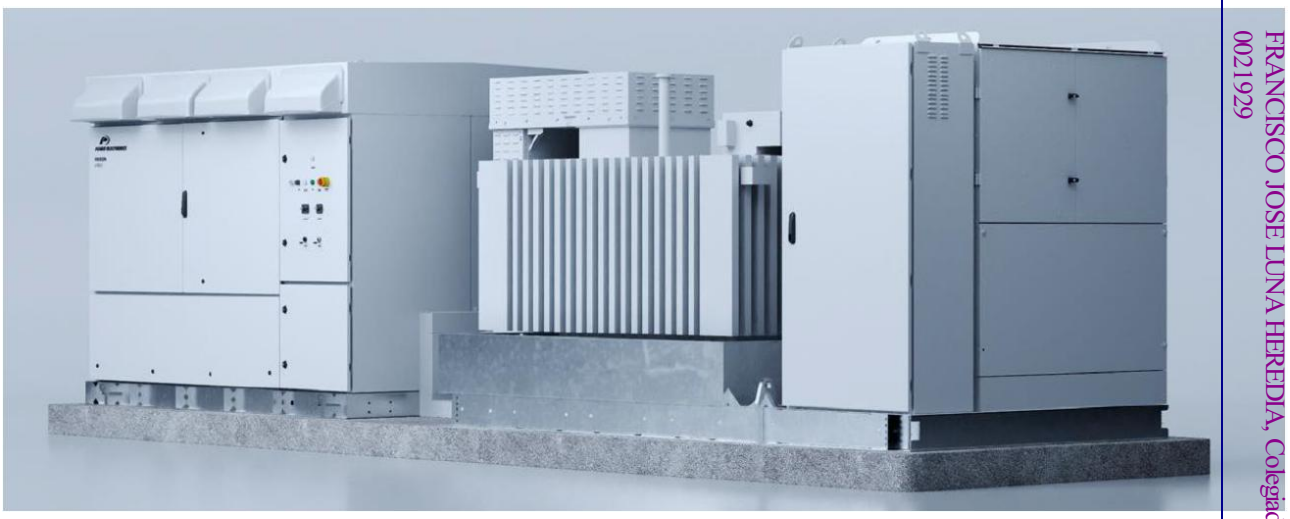


Ilustración 10: MV Skid Compact FS1910K de MT Power Electronics

La solución incluye puente de interconexión entre el inversor y el transformador el cual está incluido en el SKID de MT. Las celdas de control están alojadas en una envolvente de metal resistente a las condiciones meteorológicas más adversas en la cual se incluye cubículo adicional con ventilación opcional proporcionando de esta forma espacio de reserva para montar posibles equipos auxiliares tales como analizadores de red, contadores, SAI´s, transformadores de auxiliares, etc.

El transformador de media tensión outdoor incluye; depósito de aceite, filtro, relé de protección DGPT2 de sobrecalentamiento y sobrepresión y nivel de aceite. Como opcionales se pueden añadir los siguientes accesorios: vallado perimetral del transformador, caja de protección para puente de baja tensión, transformador para servicios auxiliares, protecciones auxiliares, analizadores de red, contadores, SAI, aire acondicionado y cualquier elemento que se pueda requerir.

El puente de interconexión del SKID de MT queda alineado con el inversor por medio de un soporte de posicionamiento. Este soporte facilita la localización exacta entre elementos para asegurar la correcta instalación de los mismos.

Riesgos más frecuentes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- Choques y golpes
- Proyecciones
- Contactos eléctricos

Normas básicas de seguridad:

Nunca efectuarán estos trabajos operarios solos.

Utilizar casco, guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas. Utilizar gafas de protección cuando exista riesgo particular de accidente ocular.

Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas

Protecciones personales:

- Caso homologado en todo momento.
- Calzado de seguridad homologado en todo momento.
- Mono o ropa de trabajo.
- Utilizar chaleco de alta visibilidad cuando haya maquinaria o grúas en movimiento.

Protecciones colectivas:

- Iluminación adecuada.
- Estará prohibida la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas y/o grúas y debajo de las cargas suspendidas.

1.7.8. Conexión de módulos solares, strings e inversores

Descripción de los trabajos:

Los 13.888 módulos se agruparán en de 496 series de 28 módulos.

El conexionado en serie de los módulos se realizará mediante pequeños tramos de cables unipolares que unirán el terminal positivo de un módulo con el terminal negativo del siguiente, quedando libres un terminal positivo y un terminal negativo en los módulos de los extremos de cada rama. Estos terminales libres se conexionarán en paralelo a través de conectores apropiados al inversor.

Sus principales características constructivas y de diseño son:

- Monitorización de corriente cada dos strings (monitorización doble).
- Instalación de armarios a salvo de la acción directa del sol y de la lluvia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Entrada de cables de forma rectilínea por la parte inferior a través de prensaestopas.
- Visible en la tapa frontal señal de peligro eléctrico y numeración del armario.
- Accionamiento de seccionador interior.
- Puerta frontal con ventana.
- En el interior, los elementos conductores desnudos están aislados contra contactos directos.

Riesgos más frecuentes:

- Golpes/Cortes en las manos y cabeza.
- Caídas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Contactos eléctricos directos.
- Sobreesfuerzos.
- Posturas forzadas y repetitivas.

Normas básicas de seguridad:

- La norma básica para todos estos trabajos es el orden y la limpieza en cada uno de los tajos, dejando las superficies de tránsito libres de obstáculos.
- No realizar dichos trabajos individualmente, siempre, como mínimo, en parejas.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado E-AT.
- Calzado de seguridad homologado eléctricamente aislante clase 0 (mínimo).
- Gafas de protección mecánica.
- Guantes de protección mecánica.
- Faja lumbar.
- Guantes aislantes dieléctricos clase 0 (mínimo).
- Banquetas aislantes.

Protecciones colectivas:

- La zona de trabajo estará limpia y ordenada.
- Iluminación adecuada.
- Señalización o abalizamiento de las zonas de trabajo.
- Cumplimiento de las normas de circulación

1.7.9. Acabados

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Descripción de los trabajos:

Los acabados interiores, resumidamente, se contemplan en los siguientes:

- Carpintería de madera, aluminio y acristalamiento.
- Instalación de falso techo y pavimento elevado.
- Pintura.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a diferente nivel en la instalación de la carpintería de ventanas.
- Caídas de materiales y de pequeños objetos en la instalación.
- Golpes y cortes con objetos y herramientas.

Acristalamientos:

- Caídas de material.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Cortes.
- Golpes contra vidrios ya colocados.

Pinturas y barnices:

- Intoxicaciones por emanaciones.
- Explosiones e incendios.
- Salpicaduras en cara y ojos durante su aplicación, sobre todo en techos.
- Caídas al mismo nivel por uso inadecuado de los medios auxiliares.

Falso techo:

- Caída al mismo nivel por uso inadecuado de los medios auxiliares.
- Caída de materiales y pequeños objetos en la instalación.

Normas básicas de seguridad:

- Carpintería de madera y aluminio: se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares empleados en su colocación (andamios, cinturones de seguridad y sus anclajes).
- Acristalamiento: los vidrios de dimensiones grandes se manejarán con ventosas. en las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán en posición vertical, estando el lugar de almacenamiento señalizado y libre de otros materiales. la colocación se realizará desde dentro del edificio. Se pintarán los cristales una vez colocados. se quitarán los fragmentos de vidrio lo antes posible.
- Pinturas y barnices: Ventilación adecuada de los lugares donde se realizan los trabajos. los recipientes que contengan disolventes estarán cerrados y alejados del fuego.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Falso techo: se utilizarán andamios y medios auxiliares adecuados. No se colocarán las placas hasta que la estructura de soporte esté convencionalmente asegurada para evitar la caída del material.

Protecciones personales:

- Carpintería de madera y aluminio: mono o ropa de trabajo. casco de seguridad homologado. cinturón o arnés de seguridad homologado en trabajos con riesgo de caída a diferente nivel. Guantes de cuero. calzado de seguridad homologado.
- Acristalamientos: mono o ropa de trabajo. casco de seguridad homologado. calzado de seguridad homologado. Guantes de cuero. Uso de muñequeras o manguitos de cuero. o Pinturas y barnices: se usarán gafas para los trabajos de pintura en techos. Uso de mascarilla protectora en los trabajos de pintura al gotelé.
- Falsos techos: mono o ropa de trabajo Casco de seguridad homologado Calzado de seguridad homologado Guantes de cuero

Protecciones colectivas:

- Carpintería de madera, aluminio y acristalamiento: Uso de medios auxiliares adecuados para la realización de los trabajos (escaleras, andamios). las zonas de trabajo estarán ordenadas. las carpinterías se asegurarán convenientemente en los lugares donde vayan a ir, hasta su fijación definitiva.
- Pinturas y barnices: Al realizarse este tipo de acabados al finalizar la obra, no hacen falta protecciones colectivas específicas, solamente el uso adecuado de los andamios de borriquetes y de las escaleras.
- Falsos techos: Indicación de zonas sobre las que no se pueda transitar. la zona de trabajo estará limpia y ordenada. Iluminación adecuada.

1.7.10. Instalaciones interiores de M.T.

La planta consta de tres centros de transformación de 1910 kVA de exterior y uno de conexión, seccionamiento y medida en edificios prefabricados.

La energía transformada a media tensión se evacua, desde cada centro de transformación, mediante una red enterrada a través de una canalización que unirá los centros entre sí y con el centro de protección e medida La energía generada por la instalación se evacua mediante una línea enterrada a través de una canalización (Objecto de otro proyecto).

La línea que conecta los MV-SKID al CPM estará constituida por una terna de cables unipolares con aislamiento de dieléctrico seco, de las características siguientes:

Tipo	RHZ1
Tensión	12/20 kV
N° de circuitos	1
Conductor	Aluminio
Sección	70-400 mm^2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 008129
VISADO

Los accesorios empleados para las conexiones serán terminales serán de tipo enchufables acodados con contacto atornillable y apantallados.

Riesgos más frecuentes:

- Atrapamiento por corrimiento de tierras.
- Caída de objetos o cargas.
- Caída de personas a diferente nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Daños en los ojos por arco eléctrico (soldadura u otros).
- Daños en las extremidades.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamiento por objetos o máquinas.
- Quemaduras.
- Electrocuciones.
- Atropello por vehículos.
- Ambiente polvoriento.
- Volcadura de la grúa.
- Interferencia con otros servicios al excavar la zanja.

Normas de seguridad:

- Apuntalar las zanjas de más de 1,6 m de profundidad o de menos si el terreno está poco compactado.
- Impedir el paso en las áreas de alcance de las plumas de la grúa.
- Comprobar el estrobo de las cargas.
- Comprobar el estado de ganchos, grilletes o de cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Señalizar los puntos con diferencias de nivel.
- Utilizar escaleras para acceder a las zanjas de más de 1,6 m de profundidad.
- Orden y limpieza en la zona de trabajo.
- Efectuar las operaciones con un orden preestablecido con el objetivo de evitar golpes y tropiezos.
- Balizamiento de las zonas de alcance de las partes móviles de las máquinas.
- Utilizar sistemas anti atrapamiento.
- Utilizar sistemas de bloqueo de las conexiones con la señalización correspondiente para evitar puestas en carga inadvertidas.
- Utilizar señales acústicas en los equipos de movimiento de material para evitar atrapamientos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Estacionamiento y apuntalamiento cuidadosos para la grúa.
- Pedir información previa a las compañías de servicios sobre los trazados que puedan verse afectados por la obra.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado E-AT.
- Calzado de seguridad homologado eléctricamente aislante clase 0 (mínimo).
- Gafas de protección mecánica.
- Pantalla de protección contra rayos ultravioleta para el soldador y el ayudante.
- Guantes de protección mecánica.
- Faja lumbar.
- Guantes antitérmicos.
- Guantes aislantes dieléctricos clase 0 (mínimo).
- Pértigas detectoras de tensión.
- Banquetas aislantes.
- Máscaras buconasales.

Protecciones colectivas:

- Indicación de zonas sobre las que no se pueda transitar.
- La zona de trabajo estará limpia y ordenada.
- Iluminación adecuada.
- Señalización o abalizamiento de las zonas de trabajo.
- Cumplimiento de las normas de circulación.

1.7.11. Pruebas y puesta en servicio de la planta (instalaciones de B.T. y M.T.)

Descripción de los trabajos:

Esta fase de obra contempla la fase de puesta en servicio y comprobación de correcto funcionamiento de todos los elementos dentro de la planta solar.

Riesgos más frecuentes:

- Golpes en diversas partes del cuerpo al manipular o instalar materiales o equipos.
- Golpes en manos o pies, en la manipulación de herramientas o elementos usados en la tarea.
- Golpes en el rostro con alambres, al ser proyectados durante su despunte.
- Golpes contra aisladores y partes sobresalientes de estructuras durante la utilización de herramientas que requieren esfuerzo físico.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Atrapamiento de manos o pies durante la manipulación de materiales y equipos.
- Contacto con objetos cortantes o punzantes.
- Sobreesfuerzo al adoptar posiciones de trabajo inadecuadas.
- Daños a equipos e instrumentos de medición, durante la instalación de éstos.
- Golpes por vehículos que no respeten la señalización o circulen próximos a la zona de trabajo.
- Caídas al mismo nivel, en trabajos y preparación de materiales al nivel de terreno.
- Exposición a frío o calor.
- Aprisionamiento en derrumbes de excavaciones.
- Golpes por la Pluma o Brazo Hidráulico.
- Riesgos biológicos (picaduras de insectos, mordeduras de animales, etc.)

Normas de seguridad:

- No permitir la aproximación de materiales o equipos mientras el electricista se encuentre ejecutando un trabajo, una vez que éste termine, no deberá perder de vista el material o equipo que se esté aproximando.
- Uso permanente de guantes de trabajo dieléctricos, lentes de seguridad y zapatos de seguridad con puntera de PVC y caña alta.
- Para el despunte de cables y alambres, tomar el cable o alambre por su extremo más largo, alejarlo del cuerpo, dirigir el extremo a eliminar hacia el lado opuesto al trabajador, amarrarlo para controlar su caída y, efectuar el corte.
- Mantener las herramientas de mano en buen estado y libres de aceites.
- Usar el cinturón de seguridad y mantenerse anclado de manera de evitar el deslizamiento, durante todo el trabajo realizado en altura.
- Verificar que los largueros de la escalera se encuentren sin grietas ni fisuras; que los peldaños de la misma no se encuentren lisos y estén libres de sustancias resbalosas; que los peldaños no se encuentren reforzados con alambres u otros elementos; que las zapatas de goma se encuentren en buen estado y correctamente adosadas a la base de la escalera. Verificar la inexistencia de líquidos y aceites en la suela de los zapatos; no subir ni bajar sin ambas manos libres; cuidar la relación de instalación de la escalera en 1/4; amarrar la escalera.
- No realizar tareas que signifiquen intervenir más allá del alcance normal del brazo extendido, (sin inclinación del cuerpo).
- Uso de ropa de trabajo manga larga y pantalón de trabajo.
- Todos los instrumentos deben poseer en su funda una copia del diagrama de conexión, que el electricista debe conocer y utilizar antes de efectuar cualquier medición. Antes de conectar cualquier equipo de medida, el electricista debe asegurarse de conocer el diagrama de conexión.
- Usar el casco de seguridad homologado para riesgos eléctricos, sin perder nunca de vista el trabajo que se realizan en altura.
- Uso permanente de chaleco reflectante durante los trabajos realizados en nivel de piso, siempre que exista tránsito vehicular.
- Al circular por el área de trabajo, no transportar elementos que obstruyan la visión.
- Al circular por el área de trabajo, no aproximarse a bordes de excavaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022629

- Mantenerse fuera del área de influencia del equipo de izado (grúaspluma, camión cesto), y no perder de vista sus movimientos mientras ésta opera en el lugar de trabajo.
- En las excavaciones no permitir trabajos que produzcan vibración en las cercanías de éstas, estar atento a movimientos de las paredes, aparición de grietas en los bordes o a la presencia de filtraciones de agua. No circular por los bordes de las excavaciones que presenten fallas (grietas), sin antes tomar medidas de control.
- Los trabajos se deben efectuar utilizando guantes dieléctricos, de acuerdo al nivel de tensión existente en las líneas donde se interviene, utilizar el casco de seguridad dieléctrico, estos elementos deben ser inspeccionados previo al inicio de cada una de las tareas con líneas energizadas a distancia, además debe mantener rigurosamente las distancias mínimas de seguridad para trabajos con pértigas. (ver distancias de seguridad Dec.911/96 Art 75)

Protecciones personales:

- Zapatos de seguridad homologados para riesgos eléctricos, con puntera de PVC y con caña alta.
- Casco de seguridad con barbuquejo, homologado para riesgos eléctricos.
- Guantes de cuero y/o dieléctricos.
- Lentes de seguridad.
- Chaleco Reflectante en las tareas de nivel de piso, cuando exista tránsito vehicular.
- Cinturón de seguridad con dos mosquetones de doble seguro en trabajos en postes.
- Ropa de trabajo manga larga 100% algodón.

Protecciones colectivas.

- Protección contra contactos eléctricos directos.
- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria mediante interruptores diferenciales.
- Protección contra contactos eléctricos indirectos.
- Protección por corte automático de la alimentación.
- Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.
- Protección en los locales o emplazamientos no conductores.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.

Protección por separación eléctrica.

1.8. Instalaciones provisionales de obra

1.8.1. Distribución de fuerza y cuadros de obra

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

El suministro eléctrico durante la fase de ejecución del Parque Solar Fotovoltaico se realizará mediante grupos electrógenos diésel, de la potencia necesaria para llevar a cabo la ejecución de las obras de forma correcta, cumpliendo en cualquier caso con los siguientes requisitos:

- Utilizar grupos electrógenos con el marcado CE prioritariamente o adaptados al Real Decreto 1215/1997.
- Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.
- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Debe elaborarse un proyecto de instalación del grupo electrógeno realizado por un técnico competente, cuando la potencia del grupo supere los 10 kilovatios.

Una vez terminada la obra, se le dará suministro eléctrico a los servicios auxiliares de la misma (alumbrado, inversores, ordenadores, controladores de producción, motores de seguidores, etc…) a través de la compañía eléctrica de la zona.

La acometida será realizada por la empresa suministradora y dispondrá de un armario de protección y medida directa, realizado en material aislante, con protección de intemperie y entrada y salida de cables por la parte inferior. La puerta dispondrá de cerradura de resbalón con llave de triángulo con posibilidad de poner un candado. El armario estará homologado por la compañía eléctrica para la potencia máxima consumida.

A continuación, se situará el cuadro general de mando y protección que estará dotado de un interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar con protección diferencial de 300 mA de sensibilidad, siempre que las masas metálicas de todas las máquinas estén puesta a tierra y los valores de la resistencia de éstas sean correctas. En caso contrario se dispondrá un relé diferencial de 30 mA de sensibilidad.

Todos los circuitos secundarios que parten de este cuadro estarán protegidos contra sobrecarga y cortocircuitos por interruptores automáticos magnetotérmicos omnipolares.

Todo el aparellaje estará acorde con los requisitos máximos admisibles en cada caso (intensidades nominales, nivel de cortocircuito, etc.). El cuadro será metálico estanco tipo IP-54.

Los cuadros secundarios serán metálicos estancos tipo IP-54. Estarán equipados con salidas de toma de corriente industrial estanca para distintas potencias. Todas las salidas estarán protegidas mediante interruptores automáticos tetrapolares e interruptores diferenciales de 300 mA. Las salidas para alumbrado tendrán interruptores diferenciales de 30 mA. Los interruptores de maniobra serán accesibles desde el exterior, de tal forma que puedan accionarse sin abrir el cuadro.

Todos los cables empleados en la instalación tendrán aislamiento para una tensión de 1.500 V. No se utilizarán alargadores o adaptadores inadecuados o sin toma de tierra ni conexiones directas de cables a los cuadros de obra.

Los cables estarán protegidos para evitar que sean pisados o que se acopien materiales sobre ellos, especialmente en las zonas de paso. Se deberán sustituir inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

Los cuadros contarán con una señalización clara que prohíba su manipulación por personas no autorizadas. Se realizará un mantenimiento periódico del estado de los cables, tomas de tierra, enchufes, cuadros, protecciones, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA, Colegiado nº 009129

1.8.2. Aguas residuales y suministro de agua

Durante la obra se instalarán aseos portátiles temporales. Estos aseos no necesitarán instalaciones de abastecimiento de agua con conexión a la red municipal y tampoco incluirán fosas sépticas/pozos filtrantes con conexión a la red municipal de saneamiento. En su lugar se utilizarán depósitos estancados de acumulación o de wáter químico tanto para el almacenamiento del agua que será consumida como para la recolección de las aguas residuales generadas. Se garantizará el mantenimiento de los aseos para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos y la adecuada recolección de las aguas residuales con recogida periódica mediante contratación de una empresa homologada que garantice el servicio previsto. Una vez finalizada las obras se desmontarán los aseos incluyendo el sistema de acumulación de residuos.

1.8.3. Alumbrado de obra

El Contratista Principal instalará un alumbrado general de obra que permita obtener un nivel mínimo de iluminación de 200 lux en el interior de las casetas, incluyendo al menos un punto de luz en cada uno de los locales de la obra.

Además de este alumbrado general, instalará alumbrados específicos con el nivel de iluminación adecuado en las zonas donde se desarrollen trabajos que lo requieran, de acuerdo con la Normativa vigente.

Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua (IP-447) y estarán convenientemente aislados.

Evitar en lo posible cables de alimentación largos instalando enchufes en puntos próximos.

1.8.4. Protección contra incendios

Como medios de extinción se utilizarán extintores portátiles en el siguiente número y distribución:

- Un extintor de C02 de 5 kg en la zona de acopio de pinturas y líquidos inflamables.
- Un extintor de C02 de 5 kg junto al cuadro general de obra.
- Un extintor de polvo polivalente situado en la caseta de dirección de obra.
- Un extintor de polvo polivalente en la zona de acopios.

Asimismo, se tendrán en cuenta otros medios de extinción, tales como agua, arena herramientas de uso común (palas, rastrillos, picos), etc. Todo ello siempre aprobado por la Dirección Facultativa de la obra.

Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos y convenientemente iluminados. existirá la adecuada señalización indicando los lugares de prohibición de fumar (acopio d líquidos combustibles), situación de extintores, caminos de evacuación, etc.

Se realizará una revisión y comprobación periódica del correcto acopio de sustancias combustibles que deberán estar en envases perfectamente cerrados e identificados.

Todas estas medidas han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial si es posible o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales, en todos los casos, serán avisados inmediatamente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021029

1.9. Medidas de seguridad en relación con la maquinaria de obra

Todas las máquinas y equipos de obra deberán contar con los elementos de protección requeridos, con adecuada limpieza y mantenimiento para el uso de la misma, así como señalización de prohibición de uso por personal no autorizado.

La maquinaria utilizada deberá disponer de la acreditación de requisitos de seguridad, expedida por el propio fabricante, importador o suministrador de la misma, conforme a lo dispuesto en la normativa vigente. Los aparatos, máquinas y herramientas, deberán tener las especificaciones del fabricante; se instalarán y utilizarán de acuerdo a lo que establezcan las mismas, las cuales estarán disponibles para el entrenamiento y consulta de los trabajadores.

1.9.1. Maquinaria para manipulación del hormigón

Descripción de los trabajos:

Se empleará hormigón transportado en cubas, usándose para su puesta en obra bomba neumática o canaleta.

Queda prohibido el acceso a la obra de toda persona no necesaria para las operaciones de transporte y vertido.

Riesgos más frecuentes:

- Dermatosis, debido al contacto de la piel con el cemento.
- Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento. Golpes y caídas por falta de señalización de los accesos, en el manejo y circulación de la hormigonera.
- Atrapamiento por falta de protección de los órganos motores de la hormigonera.
- Contactos eléctricos.
- Rotura de tubería de la bomba por desgaste y vibraciones. proyección violenta del hormigón a la salida de la tubería.
- Movimientos violentos en el extremo de la tubería.

Normas básicas de seguridad:

- En operaciones de bombeo: Al comienzo de los trabajos de bombeo se utilizarán hormigones con consistencia fluida a manera de lubricantes de la tubería de bombeo. el hormigón será de consistencia plástica y granulometría adecuada para su trasiego con bomba. si durante el funcionamiento de la bomba se produjera algún taponamiento se parará inmediatamente eliminando el atasco. revisión y mantenimiento periódico de la bomba y tuberías, así como de sus anclajes. los codos de la tubería de bombeo serán de radios amplios, estando anclados en la entrada y salida de las curvas. Al acabar las operaciones de bombeo, se limpiará la bomba.
- En hormigonado con grúa: se utilizarán cubas estancas para evitar derrames de material.
- En el uso de hormigoneras: Aparte del hormigón transportado en bombonas, para cubrir pequeñas necesidades de obra se emplearán hormigoneras de eje fijo o móvil, las cuales deberán reunir las siguientes condiciones para un uso seguro: se comprobará de forma periódica, el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables, palancas y accesorios. Al terminar la operación de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0019225
VISADO

hormigonado o al terminar los trabajos, el operador dejará la cuba reposando en el suelo o en posición elevada, completamente inmovilizada. la hormigonera estará provista de toma de tierra. El motor dispondrá de carcasa y el cuadro eléctrico estará aislado y permanecerá cerrado permanentemente durante la operación.

- En operaciones de vertido manual del hormigón: Vertido por carretillas. Las superficies por las que circulen estarán limpias y sin obstáculos. son frecuentes las lesiones y caídas por transportar cargas excesivas.

1.9.2. Maquinaria de movimiento de tierras

1.9.2.1. Retroexcavadores

Riesgos más frecuentes:

- Vuelco por hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.
- Caída del material desde la cuchara

Normas básicas de seguridad:

- Conservación y comprobación periódica de los elementos de la máquina. Empleo por personal cualificado y autorizado.
- Estará prohibido el transporte de personas diferentes del conductor. No se realizarán reparaciones ni operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios. La intención de moverse se indicará con el claxon. Contará con indicación sonora automática y permanente de marcha atrás.
- Se considerarán las características del terreno donde actúa la máquina para evitar accidentes por giros incontrolados o hundimiento del terreno.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y poner la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El conductor no podrá fumar durante el manejo.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina. Si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Antes de comenzar la excavación se revisará el terreno y se realizarán las averiguaciones necesarias en previsión de existencia de cables eléctricos enterrados o cualquier otro tipo de conducciones enterradas.
- Durante la excavación, la máquina estará calzada mediante sus zapatas hidráulicas.
- El conductor limpiará el barro adherido al calzado, para que no resbalen los pies sobre los pedales.

Protecciones personales:

- El operador llevará en todo momento:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.

Protecciones colectivas:

- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.

1.9.2.2. Camión basculante

Riesgos más frecuentes:

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

Normas básicas de seguridad:

- Las entradas o salidas del solar se harán con precaución. La maniobra será dirigida por un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Siempre que detenga la marcha, el vehículo quedará frenado.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y con el auxilio del personal de obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Protecciones personales: el conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Usar casco homologado, siempre que baje del camión.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.
- Si descarga material en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia mínima de 1,00 m, inmovilizando el vehículo mediante topes.

Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento en que éste realice maniobras.

1.9.3. Maquinaria de elevación

1.9.3.1. Grúas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 002192
VISADO

Riesgos más frecuentes:

- Rotura del cable o gancho. Caída de la carga.
- Golpes a personas en el movimiento de la carga.
- Caída de la máquina por exceso de carga, apoyo deficiente, etc.
- Electrocución por defecto de puesta a tierra. Atropello de personas.

Normas básicas de seguridad:

- La instalación de las grúas utilizadas en el proyecto deberá estar debidamente autorizada por el Órgano correspondiente en materia de Seguridad Laboral.
- El montaje deberá ser realizado por un técnico competente, quien expedirá un Certificado una vez instalada. En caso de uso superior a seis meses se realizarán las revisiones pertinentes.
- La grúa dispondrá de un limitador de fin de carrera del carro, elevación del gancho, topes en las vías, limitadores del par y carga máxima y avisador de máxima velocidad del viento.
- El gancho estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- Las plataformas para elevación de material cerámico dispondrán de un rodapié de 20 cm, colocándose la carga bien repartida para evitar desplazamiento.
- Para elevar pallets, se dispondrán dos eslingas simétricas por debajo de la plataforma de madera, no colocando nunca el gancho de la grúa sobre el fleje de cierre del pallet.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.
- Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento del giro, el desplazamiento del carro, y el descenso y elevación del gancho.
- La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles con las cargas permitidas y la distancia al eje de giro.
- Todos los movimientos de la grúa se harán desde la botonera por persona competente, auxiliada por el señalista.
- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo de paracaídas, instalado al montar la grúa.
- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma, ésta dispondrá de cable de visita.
- Al finalizar la jornada de trabajo, para eliminar daños a la grúa y a la obra, se suspenderá un pequeño peso del gancho de ésta, colocando el carro cerca del mástil y comprobando que no se puede enganchar al girar libremente la pluma. Se pondrán a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectando la corriente eléctrica.

Protecciones personales:

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA BEREDIA, Colegiado nº 0021928

- Cinturón de seguridad, en todas las labores de mantenimiento, anclado a puntos sólidos o al cable visita de la pluma.
- El cable de elevación, y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

1.9.4. Máquinas herramientas

1.9.4.1. Cortadora de material cerámico

Riesgos más frecuentes:

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.

Normas básicas de seguridad:

- La máquina tendrá en todo momento colocada la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco. Si estuviera desgastado o resquebrajado, se procederá a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquearlo. Asimismo, la pieza no presionará al disco en oblicuo o por el lateral.

Protecciones personales:

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.

Protecciones colectivas:

- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y además bien ventiladas, si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.

1.9.4.2. Sierra circular

Riesgos más frecuentes:

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Proyección de partículas.

Normas básicas de seguridad:

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes y estructura del disco.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas de protección, contra la proyección de partículas de madera.

Protecciones colectivas:

- Zona acotada para la máquina, instalada en lugar libre de circulación

1.9.4.3. Amasadora

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Atrapamientos por órganos móviles.
- Vuelcos y atropellos, al cambiarla de emplazamiento.

Normas básicas de seguridad:

- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- Las partes móviles y de transmisión, estarán protegidas con carcasas.
- Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor cuando funcione la máquina.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Guantes de goma.
- Botas de goma y mascarilla antipolvo.

Protecciones colectivas:

- Zona de trabajo claramente delimitada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Correcta conservación de la alimentación eléctrica.

1.9.4.4. Herramientas manuales

En este grupo se incluye las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y azulejo, y rozadora. riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvo.
- Cortes en extremidades.

Normas básicas de seguridad:

- Todas las herramientas eléctricas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, la conexión se hará de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares.
- Cinturón de seguridad, para trabajos en altura.

Protecciones colectivas:

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas
- Las mangueras de alimentación a herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

1.9.4.5. Vibrador

Riesgos más frecuentes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Descargas eléctricas.
- Caídas en altura.
- Salpicaduras de lechada en ojos.

Normas básicas de seguridad:

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida, si discurre por zonas de paso.

Protecciones personales:

- Casco homologado.
- Botas de goma.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas para protección contra las salpicaduras.

Protecciones colectivas:

- Las mismas que para la estructura de hormigón.

1.10. Medidas de seguridad en relación con los medios auxiliares

1.10.1. Andamios fijos y móviles

Los andamios fijos o móviles serán de estructura metálica tubular y contarán con el correspondiente certificado de homologación.

El andamio se calculará de acuerdo a las cargas máximas que debe soportar, quedando prohibido el almacenamiento de materiales distintos a los imprescindibles para la continuación de los trabajos, debiendo en todo caso quedar perfectamente nivelados.

En andamios de más de 2 m de altura sólo se admitirá la utilización de plataformas metálicas normalizadas. En todo caso, los tablones de andamios deberán ser sometidos a pruebas de carga soportando cargas de hasta cuatro veces la de trabajo, siendo identificados con una marca para uso en andamios. Tendrán un grosor mínimo de 5 cm.

La anchura de la andamiada será de 60 cm como mínimo, con pisas o tablones de anchura mínima de 20 cm (3 tablones) y protegida con una barandilla de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm. Cuando se utilicen tablones deberán estar unidos entre sí y la estructura del andamio.

La separación entre el andamio y el paramento vertical de trabajo no debe superar en ningún caso el límite de 45 cm (recomendado 30 cm).

Los aparatos de izado de materiales no podrán ser puestos sobre los andamios, salvo los elementos móviles a mano (poleas, garruchas, etc.).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929

Los andamios deberán ser instalados por personal experto, bajo la supervisión y control de personal competente y cumplirán la reglamentación vigente para andamios, andamios colgados, móviles y redes.

Durante el montaje no debe permitirse la realización de otros trabajos en las inmediaciones del mismo. Las zonas bajo la vertical de los andamios deberán acotarse quedando prohibido el paso.

Una vez instalados se revisarán con la máxima minuciosidad pudiéndose exigir pruebas de carga si se estima necesario.

Cuando el andamio se encuentre próximo a un espacio público, se deberá instalar una red en toda su altura que evite la proyección de objetos al exterior.

Riesgos más frecuentes:

- Vuelcos por falta de anclajes.
- Caídas del personal por ausencia de barandillas o mala colocación de las pistas.
- Caídas de objetos.

Normas básicas de seguridad:

- Pies Portantes. Serán de tubo Ø 1 1/2" con una resistencia de 2.500 kg a compresión. cuando se trate de andamios móviles, se podrán frenar al menos dos ruedas opuestas.
- Atados. Los pies portantes irán unidos entre sí por riostras de atado en cruz de San Andrés en caso de separaciones tipo, de lo contrario se atarán con tubo y abrazaderas.
- Arriostramientos. Se realizarán a base de anclajes a los huecos de fachada mediante tubo y gatos especiales para este fin o bien mediante horquillas formadas por tubo y abrazaderas sujetas a los petos, balcones o balaustradas.
- Regulaciones. Se realizarán por medio de placas base, regulables, a fin de absorber los desniveles existentes.
- Barandillas. Se colocarán a 90 cm de altura de las plataformas que puedan formarse, debiendo soportar un mínimo de 100 kg/m.
- Rodapiés. Se colocarán rodapiés en todas las plataformas que se formen y tendrán una altura mínima de 15 cm.
- Visera de protección. En las zonas de paso que necesariamente se tengan que disponer, se instalarán viseras de protección con la suficiente rigidez y dimensiones para proteger a vehículos y viandantes de la caída de objetos.
- Escalera. Contará con una escalera de acceso y evacuación provista de barandilla interior de 70 cm y exterior de 90 cm. Los peldaños serán metálicos con un ancho mínimo de 60 cm.

Protecciones personales:

- Casco homologado.
- Calzado con suela antideslizante.
- Todas las herramientas se llevarán sujetas con mosquetones.
- Uso obligatorio del cinturón de seguridad, anclado a elementos estructurales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Protecciones colectivas:

- Nunca se utilizarán los andamios móviles sin las ruedas convenientemente frenadas.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Prohibición de acceso a personas no autorizadas.

1.10.2. Otros medios auxiliares

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

Andamios de servicio, usados como elemento auxiliar en diferentes trabajos que, por las características de la obra, serán principalmente andamios de:

- Borriquetas o caballetes, constituidos por una plataforma horizontal colocada sobre dos pies en forma de "V" invertida sin arriostramientos. la plataforma de trabajo estará compuesta de al menos tres tablones perfectamente unidos entre sí, que habrán sido seleccionados comprobando que no tienen clavos, o planchas metálicas normalizadas. En todos los casos la plataforma tendrá un ancho mínimo de 60 cm.
- *Escaleras*, empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho:
- Escaleras fijas, constituidas por el peldañeado provisional a efectuar en las losas de las escaleras del edificio, para comunicar plantas distintas.
- Escaleras de mano (metálicas y de madera), para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

Riesgos más frecuentes:

- Andamios de borriquetas:
- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar plataformas adecuadas.
- Escaleras fijas:
- Caídas de personal.
- Escaleras de mano:
- Caídas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

Normas básicas de seguridad:

- Andamios de borriquetas o caballetes:
- No se depositarán pesos violentamente sobre los andamios.
- No se acumulará demasiada carga, ni demasiadas personas en un mismo punto.
- Los andamios estarán libres de obstáculos, y no se realizarán movimientos violentos sobre ellos.
- La longitud máxima entre apoyos será de 3,00 m

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 90192

- Tendrán barandilla y rodapié cuando los trabajos se efectúen a una altura superior a 2 m. Nunca se apoyará la plataforma de trabajo en otros elementos que no sean los propios caballetes o borriquetas.
- Dispondrán de cadena para evitar su apertura total.
- Escaleras fijas:
- Se instalarán barandillas provisionales de 90 cm de altura que soportarán un mínimo de 100 kg/m.
- Contarán con alumbrado de obra.
- Escaleras de mano:
- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas. estarán fuera de las zonas de paso
- Las escaleras de madera no tendrán una longitud superior a 3,00 m.
- Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados (nunca clavados).
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas.
- La base estará anclada o formada por elementos antideslizantes.
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes ensamblados.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 Kg.
- Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.
- La inclinación de las escaleras será aproximadamente 75% lo que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

Protecciones personales:

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Zapatos con suela antideslizante.

Protecciones colectivas:

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados evitando el paso del personal y el acopio de materiales debajo de los mismos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRDIA, Colegiado nº 0021929

1.11. Condiciones ambientales

Se dispondrán las medidas necesarias para evitar molestias o afecciones a las instalaciones o personal de la fábrica, durante el proceso de construcción de la obra.

1.11.1. Contaminantes químicos

El polvo que emane del uso de radiales u otras operaciones pulvígenas perniciosas se eliminará con extracción localizada (acoplada a la máquina) siempre que sea posible. En todo caso, el personal que las utilice empleará mascarillas autofiltrantes.

Las nieblas, vapores y gases contaminantes se captarán en el lugar de origen por medio de aspiración.

1.11.2. Ruidos

En los lugares en que se detecten ruidos superiores a 90 dBA (nivel diario equivalente) o 140 dBA (nivel de pico), se deberán aplicar las medidas técnicas y organizativas necesarias para el aislamiento del ruido y utilización obligatoria de protectores auditivos. En estos casos se tendrá acceso limitado.

1.11.3. Envasado y etiquetado de material peligroso

Se exigirá de fabricantes, importadores y suministradores de materiales para la obra el correcto envasado y etiquetado de los mismos en condiciones de seguridad, requiriéndose cuando sean necesarias las medidas preventivas y de control de riesgos adecuadas.

1.12. Instalaciones de salud y confort

Se incluyen en este apartado la dotación de aseos, vestuarios y comedores reglamentarios para utilización del personal de obra.

Las condiciones de parcela permiten la instalación de estos locales dentro del recinto de la obra de forma general. se utilizarán para ello módulos móviles de tipo prefabricado acondicionados para cada uso específico.

El contratista será responsable, a su cargo, de la implantación de los locales necesarios, así como de los posibles traslados que exija el desarrollo de la obra.

Asimismo, será responsable de mantenerlos en las condiciones de uso adecuadas, así como de la limpieza, suministro y reposición de los elementos de higiene que sean necesarios.

Será exigible a los trabajadores la limpieza diaria y el aseo personal.

Dotación de vestuarios:

El local tendrá 1,2 m 2 por persona. Una taquilla metálica provista de llave para cada operario. Bancos de madera corridos. Espejos de dimensiones 1,00 x 0,50 m. Calefacción en invierno.

Botiquín:

En el vestuario se instalará el botiquín de urgencia que contendrá como mínimo agua oxigenada, alcohol de 96%, tintura de yodo, antisépticos, antiinflamatorios, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, aspirinas, corticoides y termómetro clínico.

Dotación del comedor:

- Local con 1 m^2 por persona.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, colegiado nº 021929
VISADO

- Mesas corridas y bancos del mismo tipo de madera.
- Calienta-comidas.
- Depósitos con cierre para el vertido de desperdicios.
- Agua potable.

Dotación de aseos:

- Un inodoro con carga y descarga automática de agua y papel higiénico en cabina de 1 x 1,20 m con puertas con cierre interior cada 25 personas.
- Una ducha en cabina de 1 x 1,20 m cada 10 personas, con agua corriente caliente y fría.
- Un lavabo con agua corriente caliente y fría cada 10 personas. Perchas en cabinas.
- Espejos.

Normas generales de conservación y limpieza:

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, lisos e impermeables. Estarán pintados en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria. Todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

En el vestuario, en cartel situado al exterior, se colocará de forma bien visible los teléfonos del servicio médico y la dirección del centro asistencial de urgencia más próximo.

Todas estas estancias estarán convenientemente acondicionadas con alumbrado y calefacción por cuenta del Contratista.

1.13. Seguridad en los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento durante la explotación de la instalación

La seguridad en la ejecución de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento conlleva medidas preventivas similares a las descritas para los trabajos correspondientes de ejecución de obra.

Naturalmente, estas prevenciones se complementarán con las necesarias al estar la instalación en uso, es decir, se aislará en su caso la zona de la obra, se pondrán señalizaciones o se dejarán fuera de servicio instalaciones o partes del edificio.

Los trabajos que se prevén en estas operaciones se circunscriben fundamentalmente, a los elementos siguientes:

1.13.1. Estructura

- Evitar las humedades perniciosas, permanentes o habituales.
- No sobrepasar las sobrecargas previstas.
- Vigilar la aparición de grietas, flechas o cualquier anomalía.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00112929

- Realizar la limpieza y conservación de los elementos metálicos.
- Comprobar el relleno de las juntas de dilatación.

1.13.2. Cerramientos exteriores

- No fijar elementos pesados, no cargar o transmitir empujes sobre el cerramiento.
- Vigilar la aparición de roturas en la malla metálica.
- Inspeccionar los postes fijos del vallado.
- Limpieza.

1.13.3. Paneles solares fotovoltaicos

- Realizar la limpieza periódica.
- Comprobar el estado de los mismos y su correcto funcionamiento.
- Inspeccionar los elementos fijos de seguridad.

1.13.4. Divisiones interiores (inversores, transformadores, etc.)

- Evitar humedades perniciosas permanentes o habituales en el interior de las casetas.
- Vigilar la aparición de grietas, desplomes o cualquier otra anomalía en las casetas.
- Limpieza y soplado de los inversores.
- Comprobación de correcto funcionamiento y elementos de seguridad.

1.13.5. Instalaciones de electricidad y alumbrado

- Los trabajos se realizarán por un instalador/mantenedor autorizado.
- Evitar modificaciones en la instalación.
- Desconectar el suministro de electricidad antes de manipular la red.
- Desconectar la red en ausencias prolongadas.
- No aumentar la intensidad en la red por encima de las previsiones.
- Evitar humedades perniciosas, permanentes o habituales.
- Comprobar las intensidades nominales en relación con la sección.
- Comprobar el aislamiento y la continuidad de la instalación interior.
- Comprobar la resistencia de la puesta a tierra.
- Comprobar el estado de las conexiones de la línea principal y de las barras de puesta a tierra.
- Realizar la limpieza de luminarias.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Vigilar el estado de los materiales.
- No utilizar productos de limpieza agresivos.

1.13.6. Instalaciones de protección contra incendios

- Los trabajos se realizarán por un instalador autorizado.
- Evitar modificaciones en las instalaciones.
- No condenar los accesos a los elementos de la instalación.
- Comprobar el estado, situación y accesibilidad de los extintores.
- Comprobar la accesibilidad y la señalización de las bocas de incendio, así como el estado de los elementos.
- Comprobar la presión de la red, estanqueidad de la manguera y funcionamiento de la red.
- Comprobar el funcionamiento de los detectores de incendio.
- Comprobar el alumbrado de emergencia y señalización.
- Vigilar el estado de los materiales.
- Comprobar la carga de los extintores.
- Inspeccionar la lubricación de la valvulería.
- Comprobar la presión del suministro de agua.

Comprobar el suministro de energía eléctrica.

1.13.7. Precauciones a considerar con riesgos específicos

Se debe hacer mención especial de los riesgos correspondientes a las operaciones de conservación, mantenimiento y reparación en las que los riesgos más frecuentes sean:

- Inflamaciones y explosiones.
- Intoxicaciones y contaminaciones.
- Pequeños hundimientos.

Para paliar estos riesgos se adoptarán las siguientes medidas de prevención:

1.13.7.1. Inflamaciones y explosiones

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse d la situación de las canalizaciones de agua y electricidad, así como instalaciones básicas o de cualquier otra de distinto tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo.

Caso de encontrar canalizaciones de electricidad u otro tipo se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados. Se establecerá un programa de trabajos claro que facilite un movimiento ordenado en el lugar de los mismos, de personal, medios auxiliares y materiales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar.

En todo caso, el contratista ha de tener en cuenta que los riesgos de explosión en un espacio subterráneo se incrementan con la presencia de:

- Canalizaciones de alimentación de agua.
- Conducciones eléctricas para iluminación y fuerza. Conducciones de líneas telefónicas.
- Conducciones para iluminación de vías públicas o privadas.
- Canalizaciones de servicios de refrigeración.

Para paliar los riesgos antes citados, se tomarán las siguientes medidas de Seguridad:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables.
- No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación, antes de tener constancia de que ha desaparecido el peligro.
- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores en el aire.

1.13.7.2. Intoxicaciones y contaminaciones

Estos riesgos se presentan cuando se localizan en lugares subterráneos concentraciones de aguas residuales por rotura de canalizaciones que la transportan a los puntos de evacuación y son de tipo biológico.

Ante la sospecha de un riesgo de este tipo, debe contarse con servicios especializados en detección del agente contaminante y realizar una limpieza profunda del mismo antes de iniciar los trabajos de mantenimiento o reparación que resulten necesarios.

1.13.7.3. Pequeños hundimientos

En todo caso, ante la posibilidad de que se produzcan atrapamientos del personal que trabaja en zonas subterráneas, se usarán las medidas de entibación de trabajos en zanja, colocando protecciones cuajadas y convenientemente colocadas. Se vigilará a diario la estructura resistente de la entibación para evitar que por movimientos incontrolados hubiera piezas que no trabajaran correctamente y se pudiera provocar la desestabilización del sistema de entibación.

1.14. Conclusión

Con lo recogido en la presente memoria, pliego de condiciones, presupuesto y planos que acompañan, queda suficientemente definido el: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA BETULA ZARATAN, que se ubica en la Parcela 10 del Polígono 5, del T.M de Simancas (Valladolid).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HERRADIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Madrid, Julio de 2025

Ingeniero Industrial

Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. Normativa legal de aplicación

2.1.1. Normativa específica

La ejecución de la obra objeto de este Estudio de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa de obligada aplicación que ya hemos citado anteriormente en la Memoria, en el Punto 3.5 Normativa Aplicable.

2.1.2. Otras disposiciones de aplicación

No aplica.

2.2. Obligaciones económicas de las partes implicadas

El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del proyecto de ejecución de obra.

Asimismo, abonará al Contratista, previa aprobación de la certificación por parte del Coordinador de Seguridad, las partidas incluidas en el documento: “presupuesto”, del Plan de Seguridad y Salud. En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios para su puesta en la obra, estos deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador de Seguridad y Salud o por la Dirección Facultativa en su caso.

El Plan (o Planes) de Seguridad que analice, estudie y complemente este Estudio de Seguridad, constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Dicho Plan será sellado y firmado por persona con suficiente capacidad legal. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el técnico que apruebe el Plan y el representante del Contratista con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.

Los medios de protección personal estarán homologados por organismo competente; caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo el criterio del Comité de Seguridad y Salud o Delegación de Prevención, con el visto bueno del Coordinador de Seguridad.

El Contratista cumplirá las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

La Dirección Facultativa considerará el Estudio de Seguridad, como parte integrante de la ejecución de la obra. Al Coordinador de Seguridad le corresponde el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste y dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente o según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del presupuesto de seguridad, poniendo en conocimiento de la propiedad y de los organismos competentes el incumplimiento, por parte de la empresa constructora, de las medidas de seguridad contenidas en el Plan de Seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE TUA HEREDIA Colegiado nº 0021925

Los suministradores de medios, dispositivos, máquinas y medios auxiliares, así como los subcontratistas, entregarán al Jefe de Obra, delegados de prevención y Dirección Facultativa, las normas para montaje, desmontaje, usos y mantenimiento de los suministros y actividades; todo ello destinado a que los trabajos se ejecuten con la seguridad suficiente y cumpliendo la normativa vigente.

2.2.1. Normas para certificación de elementos de seguridad

Una vez al mes el Contratista extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad.

Esta valoración será visada y aprobada por el Coordinador de Seguridad y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto de este Estudio o Plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto, se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente, precediéndose para su abono, tal como se indica en los apartados anteriores.

No se admitirá ninguna revisión de precios durante la ejecución de la obra.

COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD (Artículo 38; Ley 31/1995)

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra. En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior. En las mismas condiciones podrán participar trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones que se debatan en este órgano y técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones en el Comité. el Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo.

El Comité adoptará sus propias normas de funcionamiento. Las empresas que cuenten con varios centros de trabajo dotados de Comité de Seguridad y Salud podrán acordar con sus trabajadores la creación de un comité Intercentros, con las funciones que el acuerdo le atribuya.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129

2.2.2. Competencias y facultades del comité de seguridad y salud (Artículo 39, Ley 31/1995)

1. El Comité de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

f) Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa. A tal efecto, en su seno se debatirán, antes de su puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, la elección de la modalidad organizativa de la empresa y, en su caso, la gestión realizada por las entidades especializadas con las que la empresa hubiera concertado la realización de actividades preventivas; los proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección y prevención a que se refiere el artículo 16 de esta Ley y proyecto y organización de la formación en materia preventiva; Letra a) del número 1 del artículo 39 redactada por el número ocho del artículo 8 de la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio («B.O.E.» 23 diciembre).

g) Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

2. En el ejercicio de sus competencias, el Comité de Seguridad y Salud estará facultado para:

h) Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en el centro de trabajo, realizando a tal efecto las visitas que estime oportunas.

i) Conocer cuántos documentos e informes relativos a las condiciones de trabajo sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones, así como los procedentes de la actividad del servicio de prevención, en su caso.

j) Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.

k) Conocer e informar la memoria y programación anual de servicios de prevención.

3. A fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en esta Ley respecto de la colaboración entre empresas en los supuestos de desarrollo simultáneo de actividades en un mismo centro de trabajo, se podrá acordar la realización de reuniones conjuntas de los Comités de Seguridad y salud o, en su defecto, de los Delegados de Prevención y empresarios de las empresas que carezcan de dichos Comités, u otras medidas de actuación coordinada.

2.2.3. Delegados de prevención (Artículo 35, Ley 31/1995)

1. Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

2. Los Delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes del personal, en el ámbito de los órganos de representación previstos en las normas a que se refiere el artículo anterior, con arreglo a la siguiente escala:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00230
VISADO

De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.

De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.

De 501 a 1.000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.

De 1.001 a 2.000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.

De 2.001 a 3.000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.

De 3.001 a 4.000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.

De 4.001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

3. A efectos de determinar el número de Delegados de Prevención se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

l) Los trabajadores vinculados por contratos de duración determinada superior a un año se computarán como trabajadores fijos de plantilla.

m) Los contratados por término de hasta un año se computarán según el número de días trabajados en el período de un año anterior a la designación. Cada doscientos días trabajados o fracción se computarán como un trabajador más.

4. No obstante lo dispuesto en el presente artículo, en los convenios colectivos podrán establecerse otros sistemas de designación de los Delegados de Prevención, siempre que se garantice que la facultad de designación corresponde a los representantes del personal o a los propios trabajadores.

Asimismo, en la negociación colectiva o mediante los acuerdos a que se refiere el artículo 83, apartado 3, del Estatuto de los Trabajadores podrá acordarse que las competencias reconocidas en esta Ley a los Delegados de Prevención sean ejercidas por órganos específicos creados en el propio convenio o en los acuerdos citados. Dichos órganos podrán asumir, en los términos y conforme a las modalidades que se acuerden, competencias generales respecto del conjunto de los centros de trabajo incluidos en el ámbito de aplicación del convenio o del acuerdo, en orden a fomentar el mejor cumplimiento en los mismos de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

Igualmente, en el ámbito de las Administraciones públicas se podrán establecer, en los términos señalados en la Ley 7/1990, de 19 de julio, sobre negociación colectiva y participación en la determinación de las condiciones de trabajo de los empleados públicos, otros sistemas de designación de los delegados de prevención y acordarse que las competencias que esta Ley atribuye a éstos puedan ser ejercidas por órganos específicos.

2.2.4. Competencias y Facultades de los Delegados de Prevención (Artículo 36; Ley 31/1995)

1. Son competencias de los Delegados de Prevención:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA, Colegiado nº 21929
VISADO

n) Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.

o) Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

p) Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la presente Ley.

q) Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

En las empresas que, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 38 de esta ley, no cuenten con Comité de Seguridad y Salud por no alcanzar el número mínimo de trabajadores establecido al efecto, las competencias atribuidas a aquél en la presente Ley serán ejercidas por los Delegados de Prevención.

2. En el ejercicio de las competencias atribuidas a los Delegados de Prevención, éstos estarán facultados para:

r) Acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo del medio ambiente de trabajo, así como, en los términos previstos en el artículo 40 de esta Ley, a los Inspectores de Trabajo y Seguridad Social en las visitas y verificaciones que realicen en los centros de trabajo para comprobar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, pudiendo formular ante ellos las observaciones que estimen oportunas.

s) Tener acceso, con las limitaciones previstas en el apartado 4 del artículo 22 de esta Ley, a la información y documentación relativa a las condiciones de trabajo que sean necesarias para el ejercicio de sus funciones y, en particular, a la prevista en los artículos 18 y 23 de esta ley. cuando la información esté sujeta a las limitaciones reseñadas, sólo podrá ser suministrada de manera que se garantice el respeto de la confidencialidad.

t) Ser informados por el empresario sobre los daños producidos en la salud de los trabajadores una vez que aquél hubiese tenido conocimiento de ellos, pudiendo presentarse, aun fuera de su jornada laboral, en el lugar de los hechos para conocer las circunstancias de los mismos.

u) Recibir del empresario las informaciones obtenidas por éste procedentes de las personas u órganos encargados de las actividades de protección y prevención en la empresa, así como de los organismos competentes para la seguridad y la salud de los trabajadores, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 40 de esta Ley en materia de colaboración con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

v) Realizar visitas a los lugares de trabajo para ejercer una labor de vigilancia y control del estado de las condiciones de trabajo, pudiendo, a tal fin, acceder a cualquier zona de los mismos y comunicarse durante la jornada con los trabajadores, de manera que no se altere el normal desarrollo del proceso productivo.

w) Recabar del empresario la adopción de medidas de carácter preventivo y para la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, pudiendo a tal fin efectuar propuestas al empresario, así como al Comité de Seguridad y Salud para su discusión en el mismo.

x) Proponer al órgano de representación de los trabajadores la adopción del acuerdo de paralización de actividades a que se refiere el apartado 3 del artículo 21.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LINA HEREDIA, Colegiado nº 00119

3. Los informes que deban emitir los Delegados de Prevención a tenor de lo dispuesto en la letra c) del apartado 1 de este artículo deberán elaborarse en un plazo de quince días, o en el tiempo imprescindible cuando se trate de adoptar medidas dirigidas a prevenir riesgos inminentes. Transcurrido el plazo sin haberse emitido el informe, el empresario podrá poner en práctica su decisión.

4. La decisión negativa del empresario a la adopción de las medidas propuestas por el delegado de Prevención a tenor de lo dispuesto en la letra f) del apartado 2 de este artículo deberá ser motivada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929
VISADO

2.3. Indices de control

El Contratista deberá mantener actualizados durante la ejecución de la obra los índices de control siguientes:

1) *Índice de Incidencia*: Número de siniestros con baja acaecidos por cada 100 trabajadores.

$$I.I.= \frac{Nº \text{ de accidentes con baja}}{Nº \text{ de trabajadores}} \times 10^2$$

2) *Índice de Frecuencia*: Número de siniestros con baja acaecidos por cada millón de horas trabajadas.

$$I.F.= \frac{Nº \text{ de accidentes con baja}}{Nº \text{ horas trabajadas}} \times 10^6$$

3) *Índice de Gravedad*: Número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

$$I.G.= \frac{Nº \text{ de Jornadas Perdidas por Accidente con Baja}}{Nº \text{ de Horas Trabajadas}} \times 10^3$$

4) *Duración Media de Incapacidad*: Número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

$$D.M.I.= \frac{Nº \text{ de Jornadas Perdidas por Accidente con Baja}}{Nº \text{ de Accidentes con Baja}} \times 10^3$$

2.4. Parte de accidente y deficiencias

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidentes y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos con una tabulación ordenada:

2.4.1. Parte de Accidente:

- Identificación de la obra.
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.
- Hora de producción del accidente.
- Nombre del accidentado.
- Categoría profesional y oficio del accidentado.

- Domicilio del accidentado.
- Lugar en el que se produjo el accidente.
- Causas del accidente.
- Importancia aparente del accidente.
- Posible especificación sobre fallos humanos.
- Lugar, persona y forma de producirse la primera cura, (médico, practicante, socorrista, personal de obra, etc.).
- Lugar de traslado para hospitalización.
- Testigos del accidente (verificación nominal y versiones de los mismos).

Como complemento de este parte se emitirá un informe que contenga:

- ¿Cómo se hubiera podido evitar?
- Ordenes inmediatas para ejecutar.

2.4.2. Parte de Deficiencias

- Identificación de la obra.
- Fecha en que se ha producido la observación.
- Lugar (tajo) en que se ha hecho la observación.
- Informe sobre la deficiencia observada.
- Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

2.5. Estadísticas

y) Los partes de deficiencias se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el origen de la obra hasta su terminación y se complementarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad y Salud o Delegación de Prevención y las Normas Ejecutivas para subsanar las anomalías observadas.

z) Los partes de accidentes, si los hubiere, se dispondrán de la misma forma que los partes de deficiencias.

aa) Los índices de control se llevarán a un estadillo mensual con gráficos de dientes de sierra, que permitan hacerse una idea clara de la evolución de los mismos, con una somera inspección visual. En abscisas se colocarán los meses del año y en ordenadas los valores numéricos del índice correspondiente.

2.6. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional. Asimismo, el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un seguro en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un período de mantenimiento de un año, contando a partir de la fecha de recepción definitiva de la obra.

2.7. Condiciones técnicas de los medios de protección herramientas y maquinaria

- Todos los elementos de protección, individual o colectiva, tendrán una vida útil determinada, siendo retirados al término de ésta.
- Cuando por cualquier circunstancia se produzca un deterioro o envejecimiento más rápido del normal, se sustituirá de inmediato el elemento afectado, con independencia de la fecha de entrada en servicio.
- Las prendas de protección que hayan sufrido las consecuencias de un accidente se sustituirán al momento, para estudiar, si es posible, su estado después del accidente.
- Los equipos de protección no supondrán un riesgo en sí mismos al usarlos.

2.7.1. Protecciones Individuales (Artículos 3 y 5; Real Decreto 773/1997)

En aplicación de lo dispuesto en el presente Real Decreto, el empresario estará obligado a:

Determinar los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a la protección individual conforme a lo establecido en el artículo 4 y precisar, para cada uno de estos puestos, el riesgo o riesgos frente a los que debe ofrecerse protección, las partes del cuerpo a proteger y el tipo de equipo o equipos de protección individual que deberán utilizarse.

Elegir los equipos de protección individual conforme a lo dispuesto en los artículos 5 y 6 de este Real Decreto, manteniendo disponible en la empresa o centro de trabajo la información pertinente a este respecto y facilitando información sobre cada equipo.

Proporcionar gratuitamente a los trabajadores los equipos de protección individual que deban utilizar, reponiéndolos cuando resulte necesario.

Velar por que la utilización de los equipos se realice conforme a lo dispuesto en el artículo 7 del presente Real Decreto.

Asegurar que el mantenimiento de los equipos se realice conforme a lo dispuesto en el artículo 7 del presente Real Decreto.

Los equipos de protección individual proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias. A tal fin deberán:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929
VISADO

- Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios.
- En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, éstos deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.
- En cualquier caso, los equipos de protección individual que se utilicen de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 4 de este Real Decreto deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

2.7.2. Protecciones Colectivas (Anexo I, II, III, IV y V; Real Decreto 486/1997)

Seguridad estructural:

1.º Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización. Para las condiciones de uso previstas, todos sus elementos, estructurales o de servicio incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas, deberán:

bb) Tener la solidez y la resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

cc) Disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.

2.º Se prohíbe sobrecargar los elementos citados en el apartado anterior. El acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan suficientes garantías de resistencia sólo podrá autorizarse cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo pueda realizarse de forma segura.

Espacios de trabajo y zonas peligrosas:

1.º Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

dd) 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.

ee) 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.

ff) 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

2.º La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar. Cuando, por razones inherentes al puesto de trabajo, el espacio libre disponible no permita que el trabajador tenga la libertad de movimientos necesaria para desarrollar su actividad, deberá disponer de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA. Colegiado nº 002125

3.º Deberán tomarse las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos. Asimismo, deberá disponerse, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas.

4.º Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

Suelos, aberturas y desniveles, y barandillas:

1.º Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.

2.º Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura.

Deberán protegerse, en particular:

gg) Las aberturas en los suelos.

hh) Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.

ii) Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 9O centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

3.º Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Tabiques, ventanas y vanos:

1.º Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros, o bien estar separados de dichos puestos y vías, para impedir que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura.

2.º Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación. cuando estén abiertos no deberán colocarse de tal forma que puedan constituir un riesgo para los trabajadores.

3.º Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán poder limpiarse sin riesgo para los trabajadores que realicen esta tarea o para los que se encuentren en el edificio y sus alrededores. Para ello deberán estar dotados de los dispositivos necesarios o haber sido proyectados integrando los sistemas de limpieza.

Vías de circulación:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERIA, Colegiado nº 0021929

1.º Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el exterior de los edificios y locales como en el interior de los mismos, incluidas las puertas, pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga, deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades.

2.º A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, el número, situación, dimensiones y condiciones constructivas de las vías de circulación de personas o de materiales deberán adecuarse al número potencial de usuarios y a las características de la actividad y del lugar de trabajo. en el caso de los muelles y rampas de carga deberá tenerse especialmente en cuenta la dimensión de las cargas transportadas.

3.º La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 80 centímetros y 1 metro, respectivamente.

4.º La anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir su paso simultáneo con una separación de seguridad suficiente.

5.º Las vías de circulación destinadas a vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, zonas de circulación de peatones, pasillos y escaleras.

6.º Los muelles de carga deberán tener al menos una salida, o una en cada extremo cuando tengan gran longitud y sea técnicamente posible.

7.º Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado.

Puertas y portones:

1.º Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

2.º Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas y portones que no sean de material de seguridad deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

3.º Las puertas y portones de vaivén deberán ser transparentes o tener partes transparentes que permitan la visibilidad de la zona a la que se accede.

4.º Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los carriles y caer.

5.º Las puertas y portones que se abran hacia arriba estarán dotados de un sistema de seguridad que impida su caída.

6.º Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo para los trabajadores. Tendrán dispositivos de parada de emergencia de fácil identificación y acceso, y podrán abrirse de forma manual, salvo si se abren automáticamente en caso de avería del sistema de emergencia.

7.º Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquéllos.

8.º Los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos deberán poder ser utilizados por los peatones sin riesgos para su seguridad, o bien deberán disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a tal fin, expeditas y claramente señalizadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, colegiado nº 002829

Rampas, escaleras fijas y de servicio:

1.º Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

2.º En las escaleras o plataformas con pavimentos perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros.

3.º Las rampas tendrán una pendiente máxima del 12 por 100 cuando su longitud sea menor que 3 metros, del 10 por 100 cuando su longitud sea menor que 10 metros o del 8 por 100 en el resto de los casos.

4.º Las escaleras tendrán una anchura mínima de 1 metro, excepto en las de servicio, que será de 55 centímetros.

5.º Los peldaños de una escalera tendrán las mismas dimensiones. se prohíben las escaleras de caracol excepto si son de servicio.

6.º Los escalones de las escaleras que no sean de servicio tendrán una huella comprendida entre 23 y 36 centímetros, y una contrahuella entre 13 y 20 centímetros. Los escalones de las escaleras de servicio tendrán una huella mínima de 15 centímetros y una contrahuella máxima de 25 centímetros.

7.º La altura máxima entre los descansos de las escaleras será de 3,7 metros. la profundidad de los descansos intermedios, medida en dirección a la escalera, no será menor que la mitad de la anchura de ésta, ni de 1 metro. El espacio libre vertical desde los peldaños no será inferior a 2,2 metros.

8.º Las escaleras mecánicas y cintas rodantes deberán tener las condiciones de funcionamiento y dispositivos necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores que las utilicen. sus dispositivos de parada de emergencia serán fácilmente identificables y accesibles.

Escalas fijas:

1.º La anchura mínima de las escalas fijas será de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños de 30 centímetros.

2.º En las escalas fijas la distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado del ascenso será, por lo menos, de 75 centímetros. La distancia mínima entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será de 16 centímetros. Habrá un espacio libre de 40 centímetros a ambos lados del eje de la escala si no está provista de jaulas u otros dispositivos equivalentes.

3.º Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos 1 metro por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.

4.º Las escalas fijas que tengan una altura superior a 4 metros dispondrán, al menos a partir de dicha altura, de una protección circundante. Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.

5.º Si se emplean escalas fijas para alturas mayores de 9 metros se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en FRANCISCO JOSE LLANA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

Las escaleras de mano de los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica:

El número 9 del apartado A) del anexo I modificado conforme establece la disposición final primera del R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura («B.O.E.» 13 noviembre).

Vías y salidas de evacuación:

1.º Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichas vías y salidas deberán satisfacer las condiciones que se establecen en los siguientes puntos de este apartado.

2.º Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad.

3.º En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.

4.º El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos.

5.º Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente. estarán prohibidas las puertas específicamente de emergencia que sean correderas o giratorias.

6.º Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada. Se deberán poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial. Cuando los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse.

7.º Las vías y salidas específicas de evacuación deberán señalizarse conforme a lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

8.º Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia no deberán cerrarse con llave.

9.º En caso de avería de la iluminación las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Condiciones de protección contra incendios:

1.º Los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa que resulte de aplicación sobre condiciones de protección contra incendios. en todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichos lugares deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, colegiado nº 0029929

2.º Según las dimensiones y el uso de los edificios, los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias existentes, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes, los lugares de trabajo deberán estar equipados con dispositivos adecuados para combatir los incendios y, si fuere necesario, con detectores contra incendios y sistemas de alarma.

3.º Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Dichos dispositivos deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

Instalación eléctrica:

1.º La instalación eléctrica de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. en todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

2.º La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión. los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.

3.º La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Minusválidos:

Los lugares de trabajo y, en particular, las puertas, vías de circulación, escaleras, servicios higiénicos y puestos de trabajo, utilizados u ocupados por trabajadores minusválidos, deberán estar acondicionados para que dichos trabajadores puedan utilizarlos.

Orden, limpieza y mantenimiento:

1.º Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.

2.º Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

3.º Las operaciones de limpieza no deberán constituir por sí mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

4.º Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

Si se utiliza una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y un sistema de control deberá indicar toda avería siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, colegiado nº 002629
VISADO

En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento.

Condiciones ambientales de los lugares de trabajo:

1. La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

2. Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

3. En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

jj) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 º C. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 º C.

kk) La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existían riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.

ll) Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

1.º Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

2.º Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

3.º Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

En relación a la ventilación de determinados locales se cumplirá lo indicado en el Real decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. el sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

4. A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior deberán tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. en cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales cerrados debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

5. En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002529
VISADO

6. Las condiciones ambientales de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberán responder al uso específico de estos locales y ajustarse, en todo caso, a lo dispuesto en el apartado 3.

Iluminación de los lugares de trabajo:

1. La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

mm) Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.

nn) Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

2. Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

3. Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Zona o parte del lugar de trabajo (1)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1° Bajas exigencias visuales	100
2.° Exigencias visuales moderadas	200
3.° Exigencias visuales altas	500
4.° Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurran las siguientes circunstancias:

oo) En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.

pp) En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil. No obstante, lo señalado en los párrafos anteriores, estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

4. La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

qq) La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.

rr) S procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192
VISADO

ss) Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.

tt) Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.

uu) No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.

5. Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

6. Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

Servicios higiénicos y locales de descanso:

1. Agua potable.

Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable. En las fuentes de agua se indicará si ésta es o no potable, siempre que puedan existir dudas al respecto.

2. Vestuarios, duchas, lavabos y retretes.

1.º Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.

2.º Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.

3.º Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.

4.º Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios, de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.

5.º Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.

6.º Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

7.º Los retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados. Las cabinas estarán provistas de una puerta con cierre interior y de una percha.

8.º Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, colgadores, lavabos, duchas e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias, teniendo en cuenta en cada caso el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.

9.º Los locales, instalaciones y equipos mencionados en el apartado anterior serán de fácil acceso, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.

10.º Los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. No se utilizarán para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.

3. Locales de descanso.

1.º Cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.

2.º Lo dispuesto en el apartado anterior no se aplicará cuando el personal trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.

3.º Las dimensiones de los locales de descanso y su dotación de mesas y asientos con respaldos serán suficientes para el número de trabajadores que deban utilizarlos simultáneamente.

4.º Las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

5.º Los lugares de trabajo en los que, sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpa regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad o salud o para la de terceros.

6.º Tanto en los locales de descanso como en los espacios mencionados en el apartado anterior deberán adoptarse medidas adecuadas para la protección de los no fumadores contra las molestias originadas por el humo del tabaco.

7.º Cuando existan dormitorios en el lugar de trabajo, éstos deberán reunir las condiciones de seguridad y salud exigidas para los lugares de trabajo en este Real Decreto y permitir el descanso del trabajador en condiciones adecuadas.

4. Locales provisionales y trabajos al aire libre.

1.º En los trabajos al aire libre, cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.

2.º En los trabajos al aire libre en los que exista un alejamiento entre el centro de trabajo y el lugar de residencia de los trabajadores, que les imposibilite para regresar cada día a la misma, dichos trabajadores dispondrán de locales adecuados destinados a dormitorios y comedores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

3.º Los dormitorios y comedores deberán reunir las condiciones necesarias de seguridad y salud y permitir el descanso y la alimentación de los trabajadores en condiciones adecuadas.

Material y locales de primeros auxilios:

1. Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. El material de primeros auxilios deberá adaptarse a las atribuciones profesionales del personal habilitado para su prestación.

2. La situación o distribución del material en el lugar de trabajo y las facilidades para acceder al mismo y para, en su caso, desplazarlo al lugar del accidente, deberán garantizar que la prestación de los primeros auxilios pueda realizarse con la rapidez que requiera el tipo de daño previsible.

3. Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

4. El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

5. Los lugares de trabajo de más de 50 trabajadores deberán disponer de un local destinado a los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias. También deberán disponer del mismo los lugares de trabajo de más de 25 trabajadores para los que así lo determine la autoridad laboral, teniendo en cuenta la peligrosidad de la actividad desarrollada y las posibles dificultades de acceso al centro de asistencia médica más próximo.

6. Los locales de primeros auxilios dispondrán, como mínimo, de un botiquín, una camilla y una fuente de agua potable. Estarán próximos a los puestos de trabajo y serán de fácil acceso para las camillas.

7. El material y locales de primeros auxilios deberán estar claramente señalizados.

2.8. Principios generales de organización

En el supuesto que la obra se ejecute por varias contratas de diferentes oficios, recaerá en aquella que se designe según contrato, la instalación y conservación en perfecto estado de uso, durante toda la duración de la obra, de las siguientes unidades:

- Instalaciones Generales de Obra, incluyendo la obtención y pago de licencias, tasas o permisos municipales.
- Protecciones Colectivas.
- Protección Contra Incendios.
- Instalación Eléctrica de Obra.
- Acometidas de agua, electricidad y saneamiento de obra, incluso licencias, tasas y permisos.

Todas estas unidades serán de uso común para todas las contratas que intervengan y deberá quedar perfectamente reflejado en el Plan de Seguridad y Salud que redactará dicha contrata. Quedará a criterio del Coordinador de Seguridad y Salud establecer la prioridad de utilización de las instalaciones comunes de la obra, en caso de interferencias entre varias contratas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

Madrid, Julio de 2025

Ingeniero Industrial



Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3. PRESUPUESTO

3.1. Mediciones

CODIGO	Uds	DESCRIPCION	CANTIDAD
		CAPÍTULO S.01 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	
E28BC080	mes	ALQUILER CASETA ASEO-COMEDOR 14,65 m2	3
		Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 1,50 x 2,30 x 2,30 m así como de caseta comedor/vestuario con estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84 x 0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico para ACS de 50 l., dos placas turcas, cuatro placas de ducha, pileta de cuatro grifos y un urinario, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	
E28BA010	ud	ACOMETIDA ELECT. CASETA 4x4 mm2	1
		Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general alimentado por grupo electrógeno, formada por manguera flexible de 4x4 mm2 de tensión nominal 750 V., incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijada sobre apoyos intermedios cada 2,50 m. instalada	
E28BM010	ud	PERCHA PARA DUCHA O ASEO	5
		Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada	
E28BM020	ud	PORTARROLLOS INDUS.C/CERRADUR	4
		Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado	
E28BM030	ud	ESPEJO VESTUARIOS Y ASEOS	4
		Espejo para vestuarios y aseos, colocado	
E28BM040	ud	JABONERA INDUSTRIAL 1 LITRO	4
		Dosificador de jabón de uso industrial de 1 l. de capacidad, con dosificador de jabón colocada (amortizable en 3 usos)	
E28BM050	ud	SECAMANOS ELÉCTRICO	1
		Secamanos eléctrico por aire, colocado	
E28BM050	ud	HORNO MICROONDAS	1
		Horno microondas de 18 litros de capacidad con plato giratorio incorporado	
E28BM070	ud	TAQUILLA METÁLICA INDIVIDUAL	10
		Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada	
E28BM080	ud	MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS	1

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

		Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas	
E28BM090	ud	BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS	2
		Banco de madera con capacidad para 5 personas,	
E28BM100	ud	DEPÓSITO-CUBO DE BASURAS	1
		Cubo para recogida de basuras	
E28BM110	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1
		URGENCIA Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado	
E28BM120	ud	REPOSICIÓN BOTIQUÍN	3
		Reposición de material de botiquín de urgencia	
E28BM140	ud	CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES	1
		Camilla portátil para evacuaciones	
		CAPÍTULO S.02 SEÑALIZACIÓN	
E28ES080	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN RIESGO	8
		Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97	
E28ES070	ud	PANEL DIRECCIONAL C/SOPORT	6
		Panel direccional reflectante de 60x90 cm., con soporte metálico, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y montaje. s/ R.D. 485/97	
E28ES035	m	CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR	500
		Cinta balizamiento bicolor 8 cm de espesor., amortizable en dos usos	
E28ES035	ud	SETAS PROTECTORAS DE PLÁSTICO	500
		Setas protectoras de PVC, para puntales de ferralla o similar, color rojo, amortizable en dos usos. Incluida puntales de ferralla de diámetro 8 mm y 1 m de altura, para señalización de áreas	
E28ES035	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN BOTIQUIN	1
		Placa fotoluminiscente fabricada en pvc de 700 micras, formato A4 y serigrafiado según la normativa vigente para la seguridad y salud en el trabajo. Dimensiones: 297 x 210 mm	
		CAPÍTULO S.03 PROTECCIONES COLECTIVAS	
E28PA030	ud	TAPA PROVISIONAL ARQUETA 63x63	5
		Tapa provisional para arquetas de 63x63 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablones de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón, incluso colocación	
E28PA120	ud	TAPA PROVISIONAL POZO 100x100	3
		Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 100x100 cm., formada mediante tablones de madera de 20x5 cm. armados mediante encolado y clavazón, zócalo de 20 cm. de altura, incluso fabricación y colocación	
E28PB120	m	BARAND.PROTECCIÓN LATERAL ZANJAS	190

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

		Barandilla protección lateral de zanjas, formada por tres tabloncillos de madera de pino de 20x5 cm. y estaquillas de madera de D=8 cm. hincadas en el terreno cada 1,00 m. (amortizable en 3 usos), incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97	
E28PB150	m	ALQUILER VALLA CHAPA METÁLICA	90
		Alquiler m./mes de valla metálica prefabricada de 2,00 m. de altura y 1 mm. de espesor, con protección de intemperie con chapa ciega y soporte del mismo material tipo omega, separados cada 2 m., considerando un tiempo mínimo de 3 meses de alquiler, incluso p.p. de apertura de pozos, hormigón H-100/40, montaje y desmontaje. s/ R.D. 486/97	
E28PE010	ud	LÁMPARA PORTATIL MANO	8
		Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante	
E28PE020	ud	TOMA DE TIERRA R80 Oh;R=100 Oh.m	4
		Toma de tierra para una resistencia de tierra R</=80 Ohmios y una resistividad R=100 Oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm., electrodo de acero cobrizado 14,3 mm. y 100 cm., de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm2., con abrazadera a la pica, instalado	
E28PF005	ud	EXTINTOR POLVO ABC 3 kg. PR.INC	3
		. Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 13A/55B, de 3 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97	
E28PF025	ud	EXTINTOR CO2 2 kg.	2
		Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 21B, con 2 kg. de agente extintor, con soporte y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97	
		CAPÍTULO S.04 PROTECCIONES INDIVIDUALES	
E28RA010	ud	CASCO DE SEGURIDAD	10
		Casco de seguridad con arnés de adaptación. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	
E28RA050	ud	PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR	2
		Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza	
E28RA070	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2
		Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	
E28RA090	ud	GAFAS ANTIPOLVO	5
		Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	
E28RA105	ud	SEMI MASCAR. ANTIPOLVO 2 FILTROS	10
		Semi-mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	
E28RA120	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

		Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	
E28RA130	ud	JUEGO TAPONES ANTIRUIDO SILIC Juego de tapones antiruído de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	4
E28RC010	ud	FAJA DE PROTECCIÓN LUMBAR Faja protección lumbar, (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	2
E28RC150	ud	PETO REFLECTANTE DE SEGURIDAD SEGURIDAD Peto reflectante de seguridad personal en colores amarillo y rojo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	5
E28RC110	ud	IMPERMEABLE 3/4. PLÁSTICO Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo, (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	7
E28RM100	ud	PAR GUANTES SOLDADOR Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	4
E28RM120	ud	PAR GUANTES AISLANTES 10.000 V. Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión de hasta 10.000 V, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	2
E28RM020	ud	PAR GUANTES DE LONA REFORZADOS REFORZADOS Par guantes de lona reforzados. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	15
E28RM090	ud	PAR GUANTES ALTA RESIST. AL CORTE Par de guantes alta resistencia al corte. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	20
E28RP010	ud	PAR DE BOTAS ALTAS DE AGUA (NEGRAS) Par de botas altas de agua color negro, (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	20
E28RP070	ud	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	20
E28RP150	ud	PAR RODILLERAS Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	3
E28RSI030	ud	EQUIPO PARA TRABAJO VERT. Y HORIZ Equipo completo para trabajos en vertical y horizontal compuesto por un arnés de seguridad con amarre dorsal y anilla torsal, fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, un anticaídas deslizante de doble función y un rollo de cuerda poliamida de 14 mm. de 2 m. con lazada, incluso bolsa portaequipo. Amortizable en 5 obras. Certificado CE Norma EN 36-EN 696- EN 353-2. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	5
E28RSA060	ud	ARNÉS AM. DORSAL D. REG.+CINTURÓN	4

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

		Arnés de seguridad con amarre dorsal doble regulación + cinturón de sujeción, fabricados con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, amortizable en 5 obras. Certificado CE Norma EN 361 + EN 358 s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	
E28RSB090	ud	DISTAN. DE SUJEC. CON REG. 4 m. 16 mm	15
		Cuerda de poliamida de 16 mm. de diámetro y 4 m. de longitud, con ajuste de aluminio, para utilizar como distanciador de mantenimiento o elemento de amarre de sujeción, amortizable en 4 obras. Certificado CE EN 358. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	
		CAPÍTULO S.05 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD	
E28W040	ud	COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINF	6
		Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana un peón ordinario	
E28W060	ud	RECONOCIMIENTO MÉDICO ESPECIAL	10
		Reconocimiento médico especial anual trabajador, compuesto por estudio de agudeza visual, audiometría, electro, espirometría, iones, ecografía abdominopélvica y análisis de sangre y orina con 12 parámetros	
E28W080	h	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE OBRA	60
		Coordinador de seguridad y salud en obra (Ingeniero, Ingeniero Técnico, Arquitecto o Arquitecto Técnico), que cumpla las siguientes funciones: Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente y al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador. Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.	

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3.2. Presupuesto

CODIGO	Uds	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO (€)	TOTAL (€)
		CAPÍTULO S.01 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR			
E28BC080	mes	ALQUILER CASETA ASEO-COMEDOR 14,65 m2 Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 1,50 x 2,30 x 2,30 m así como de caseta comedor/vestuario con estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84 x 0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico para ACS de 50 l., dos placas turcas, cuatro placas de ducha, pileta de cuatro grifos y un urinario, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97.	3	450,00	1.350,00
E28BA010	ud	ACOMETIDA ELECT. CASETA 4x4 mm2 Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general alimentado por grupo electrógeno, formada por manguera flexible de 4x4 mm2 de tensión nominal 750 V., incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijada sobre apoyos intermedios cada 2,50 m. instalada	1	60,77	60,77
E28BM010	ud	PERCHA PARA DUCHA O ASEO Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada	5	2,54	12,70
E28BM020	ud	PORTARROLLOS INDUS.C/CERRADUR Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado	4	6,91	27,64
E28BM030	ud	ESPEJO VESTUARIOS Y ASEOS Espejo para vestuarios y aseos, colocado	4	8,33	33,32
E28BM040	ud	JABONERA INDUSTRIAL 1 LITRO LITRO dosificador de jabón de uso industrial de 1 l. de capacidad, con dosificador de jabón colocada (amortizable en 3 usos)	4	6,11	24,44
E28BM050	ud	SECAMANOS ELÉCTRICO Secamanos eléctrico por aire, colocado	1	21,55	21,55
EB28BM060	ud	HORNO MICROONDAS Horno microondas de 18 litros de capacidad, con plato giratorio incorporado	1	95,34	95,34

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

E28BM070	ud	TAQUILLA METÁLICA INDIVIDUAL Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada	10	16,05	160,50
E28BM080	ud	MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas	1	108,61	108,61
E28BM090	ud	BANCO MADERA PARA 5 PERSONAS Banco de madera con capacidad para 5 personas,	2	27,68	55,36
E28BM100	ud	DEPÓSITO-CUBO DE BASURAS Cubo para recogida de basuras	1	30,20	30,20
E28BM110	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA URGENCIA Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado	1	47,87	47,87
E28BM120	ud	REPOSICIÓN BOTIQUÍN Reposición de material de botiquín de urgencia	3	33,36	100,08
E28BM140	ud	CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES Camilla portátil para evacuaciones	1	52,96	52,96
		TOTAL CAPÍTULO S.01 INSTALACIONES DE BIENESTAR.....			2.181,34
		CAPÍTULO S.02 SEÑALIZACIÓN			
E28ES080	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN RIESGO Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97	8	8,31	66,48
E28ES070	ud	PANEL DIRECCIONAL C/SOPORT Panel direccional reflectante de 60x90 cm., con soporte metálico, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y montaje. s/ R.D. 485/97	6	19,06	114,36
E28ES035	m	CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR Cinta balizamiento bicolor 8 cm de espesor., amortizable en dos usos	500	0,75	375,00
E28ES035	ud	SETAS PROTECTORAS DE PLÁSTICO Setas protectoras de PVC, para puntales de ferralla o similar, color rojo, amortizable en dos usos. Incluida puntales de ferralla de diámetro 8 mm y 1 m de altura, para señalización de áreas	500	1,15	575,00
E28ES035	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN BOTIQUIN	1	5,75	5,75

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00219299

		Placa fotoluminiscente fabricada en pvc de 700 micras, formato A4 y serigrafiado según la normativa vigente para la seguridad y salud en el trabajo. Dimensiones: 297 x 210 mm			
		TOTAL CAPÍTULO S.02 SEÑALIZACION.....			1.136,59
		CAPÍTULO S.03 PROTECCIONES COLECTIVAS			
E28PA030	ud	TAPA PROVISIONAL ARQUETA 63x63 Tapa provisional para arquetas de 63x63 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablones de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón, incluso colocación	5	5,25	26,25
E28PA120	ud	TAPA PROVISIONAL POZO 100x100 Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 100x100 cm., formada mediante tablones de madera de 20x5 cm. armados mediante encolado y clavazón, zócalo de 20 cm. de altura, incluso fabricación y colocación	3	14,23	42,69
E28PB120	m	BARAND.PROTECCIÓN LATERAL ZANJAS Barandilla protección lateral de zanjas, formada por tres tabloncillos de madera de pino de 20x5 cm. y estaquillas de madera de D=8 cm. hincadas en el terreno cada 1,00 m. (amortizable en 3 usos), incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97	190	3,08	585,20
E28PB150	m	ALQUILER VALLA CHAPA METÁLICA Alquiler m./mes de valla metálica prefabricada de 2,00 m. de altura y 1 mm. de espesor, con protección de intemperie con chapa ciega y soporte del mismo material tipo omega, separados cada 2 m., considerando un tiempo mínimo de 3 meses de alquiler, incluso p.p. de apertura de pozos, hormigón H-100/40, montaje y desmontaje. s/ R.D. 486/97	90	11,91	1.071,90
E28PE010	ud	LÁMPARA PORTATIL MANO Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante	8	2,23	17,84
E28PE020	ud	TOMA DE TIERRA R80 Oh;R=100 Oh.m Toma de tierra para una resistencia de tierra R</=80 Ohmios y una resistividad R=100 Oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm., electrodo de acero cobrizado 14,3 mm. y 100 cm., de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm2., con abrazadera a la pica, instalado	4	71,29	285,16
E28PF005	ud	EXTINTOR POLVO ABC 3 kg. PR.INC . extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 13A/55B, de 3 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97	3	22,89	68,67

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

E28PF025	ud	EXTINTOR CO2 2 kg. Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 21B, con 2 kg. de agente extintor, con soporte y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97	2	22,37	44,74
		TOTAL CAPÍTULO S.03 PROTECCIONES COLECTIVAS.....	2.142,45		
		CAPÍTULO S.04 PROTECCIONES INDIVIDUALES			
E28RA010	ud	CASCO DE SEGURIDAD Casco de seguridad con arnés de adaptación. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	10	1,35	13,50
E28RA050	ud	PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza	2	2,38	4,76
E28RA070	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y r.D. 1407/92	5	2,03	10,15
E28RA090	ud	GAFAS ANTIPOLVO Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y r.D. 1407/92	5	0,53	2,65
E28RA105	ud	SEMI MASCAR. ANTIPOLVO 2 FILTROS Semi-mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	10	9,43	94,30
E28RA120	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	2	2,28	4,56
E28RA130	ud	JUEGO TAPONES ANTIRUIDO SILIC Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	4	1,11	4,44
E28RC010	ud	FAJA DE PROTECCIÓN LUMBAR Faja protección lumbar, (amortizable en 4 usos). Certificado CE EN385. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	2	1,80	3,60
E28RC150	ud	PETO REFLECTANTE DE SEGURIDAD SEGURIDAD peto reflectante de seguridad personal en colores amarillo y rojo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	5	4,54	22,70
E28RC110	ud	IMPERMEABLE 3/4. PLÁSTICO Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo, (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	7	4,23	29,61
E28RM100	ud	PAR GUANTES SOLDADOR	4	0,64	2,56

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

		Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92			
E28RM120	ud	PAR GUANTES AISLANTES 10.000 V. Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión de hasta 10.000 V, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	2	8,29	16,58
E28RM020	ud	PAR GUANTES DE LONA REFORZADOS REFORZADOS par guantes de lona reforzados. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	15	2,03	30,45
E28RM090	ud	PAR GUANTES ALTA RESIST. AL CORTE Par de guantes alta resistencia al corte. Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	4	2,66	10,64
E28RP010	ud	PAR DE BOTAS ALTAS DE AGUA (NEGRAS) Par de botas altas de agua color negro, (amortizables en 1 uso). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	10	5,72	57,20
E28RP070	ud	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	20	6,18	123,60
E28RP150	ud	PAR RODILLERAS Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	3	1,71	5,13
E28RSI030	ud	EQUIPO PARA TRABAJO VERT. Y HORIZ Equipo completo para trabajos en vertical y horizontal compuesto por un arnés de seguridad con amarre dorsal y anilla torsal, fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, un anticaídas deslizante de doble función y un rollo de cuerda poliamida de 14 mm. de 2 m. con lazada, incluso bolsa portaequipo. Amortizable en 5 obras. Certificado CE Norma EN 36- EN 696- EN 353-2. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	4	23,26	93,04
E28RSA060	ud	ARNÉS AM. DORSAL D. REG.+CINTURÓN Arnés de seguridad con amarre dorsal doble regulación + cinturón de sujeción, fabricados con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, amortizable en 5 obras. Certificado CE Norma EN 361 + EN 358 s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	4	9,87	39,48
E28RSB090	ud	DISTAN. DE SUJEC. CON REG. 4 m. 16 mm Cuerda de poliamida de 16 mm. de diámetro y 4 m. de longitud, con ajuste de aluminio, para utilizar como distanciador de mantenimiento o elemento de amarre de sujeción, amortizable en 4 obras. certificado CE EN 358. s/ R.D. 773/97 y R.D. 1407/92	15	17,74	266,10

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

		TOTAL CAPÍTULO S.04 PROTECCIONES INDIVIDUALES……	835,05		

CAPÍTULO S.05 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD

E28W040	ud	COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINF Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana un peón ordinario	6	61,24	367,44
E28W060	ud	RECONOCIMIENTO MÉDICO ESPECIAL Reconocimiento médico especial anual trabajador, compuesto por estudio de agudeza visual, audiometría, electro, espirometría, iones, ecografía abdominopélvica y análisis de sangre y orina con 12 parámetros	10	32,08	320,80
E28W080	h	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE OBRA Coordinador de seguridad y salud en obra (Ingeniero, Ingeniero Técnico, Arquitecto o Arquitecto Técnico), que cumpla las siguientes funciones: Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente y al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador. Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador	60	35,00	2.100,00
		TOTAL CAPÍTULO S.05 MANO DEOBRA DE LA SEGURIDAD……..	2.788,24		

TOTAL: 9.083,67

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3.3. Resumen del presupuesto

1 INSTALACIONES DE BIENESTAR.....2.181,34 €

2 SEÑALIZACIÓN.....1.136,59 €

3 PROTECCIONES COLECTIVAS.....2.142,45 €

4 PROTECCIONES INDIVIDUALES.....835,05 €

5 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD.....2.788,24 €

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 9.083,67 €

El presupuesto de Seguridad y Salud asciende a NUEVE MIL OCHENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS (#9.083,67 €#) + IVA.

Madrid, Julio de 2025

Ingeniero Industrial

Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

4. FICHAS

DOCUMENTO PARA CONTROL DE EQUIPOS Y MAQUINARIA DE TRABAJO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Empresa: _____

MATERIAL	Nº	OBSERVACIONES

En _____ a _____ de _____de 2.00___

Fdo. Empresa subcontratista

Firma y sello

JUSTIFICANTE DE LA RECEPCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Empresa: _____

Obra: _____

D. _____, **con D.N.I.:** _____

Dispone de los equipos de protección individual abajo relacionados, habiendo sido formado e informado acerca de su modo de utilización y/o mantenimiento.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Nº	OBSERVACIONES

QUEDA ADVERTIDO EXPRESAMENTE DE LA OBLIGACIÓN DE SU USO CON LA FINALIDAD DE EVITAR RIESGOS PROFESIONALES

En _____ **a** _____ **de** _____**de 2.00**___

Fdo. El trabajador

Firma

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

NOTIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

Empresa: _____

Obra: _____

NOTIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD		
Fecha:	Hora:	
Lugar:		
Irregularidad:		
Clasificación de la irregularidad:	Leve:	
	Grave:	
	Muy grave:	
Notas:		
COMUNICADO		
POR:	A:	
FIRMA:	FIRMA:	

Madrid, Julio de 2025

Ingeniero Industrial

Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

5. PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS:

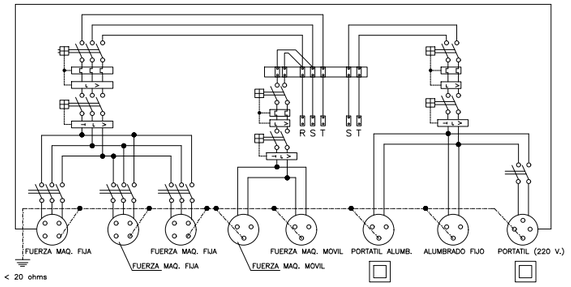
- PV0066IPF13F001GRa0 Hoja 1: UBICACIÓN GENERACIÓN
- PV0066IPF13H002SRa0 Hoja 1: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE OBRA
- PV0066IPF13H002SRa0 Hoja 2: BALIZAMIENTO
- PV0066IPF13H002SRa0 Hoja 3: RIESGO ELÉCTRICO
- PV0066IPF13H002SRa0 Hoja 4: ZANJAS
- PV0066IPF13H002SRa0 Hoja 5: TOPES Y CARGAS
- PV0066IPF13H002SRa0 Hoja 6: ESCALERAS
- PV0066IPF13H002SRa0 Hoja 7: EPIS
- PV0066IPF13H002SRa0 Hoja 8: SEÑALES

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

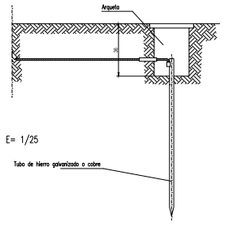

UBICACIÓN PLANTA SOLAR
Zaratán
Arroyo de la Encomienda
Simancas
Geria
Cigunuela
Robladillo
Villán de Tordesillas
Pedroso de la Abadesa
Entrepinos
Puente Duero-Esparragal
Laguna de Duero
Pinar de Antequera
Torrelago
Parquesol
La Flecha
La Rubia
Huerta del Rey
Arroyo
Río
Pisuerga
Duero
Valladolid
Los Lobos
La Serna
Los Ojillos
Carrewamba
La Narra
Pedro Longo
Los Palos
El Espino
El Palomar
El Jardín
Páramo de Pozuelo
El Secadal
La Vega
La Barquilla
El Mantecoso
Sanquinces
Páramo del Borciadero
Valdezarce
Valdelabá
La Varguilla
Los Picones
Barco del Lobo
Urb. Soto Verde
El Rodastillo
Picancielo
Los Aguaderos
El Barandillo
Páramo de Simancas
El Rebollar
Monte Páramo
Las Suertes
Teso del Pinar
Páramo de Torrejón
Valle de San Andrés
Las Torrejonas
Fuente de las Regueras
Manantial del Horno de Cal
Páramo de la Loba
Teso Gardencho
Carrevellizá
Cuesta Aguilera
Valdelascasas
Teso la Nube
Las Yeseras
Pico de la Colorada
Valdemaridiez
Fuente del Calvo
Páramo de Valcuevo
Ermita del Cristo del Humilladero
Circuito de Motocros
Ventas de Geria
Teso Valdelamadre
Pesqueruela
Coto de Aniago
Prado Grande
Pinar de Estrauch
La Perdiguera
Cuatro Caminos
Laderas de Valsordo
Los Zumacales
Sepulcro Megalítico de Corredor
Cagahornos
Villa del Silo
Las Aceñas
Granja Pinarillos
Granja Ferrero
Ribera de Duero
Peñarrubia
Gallo
Vega Sorda
Panorama
Pinar de Simancas
Pinar de Laguna
Pinar de los Ingleses
Las Encinas
Los Quemadillos
Prado Naval
Los Cristos
El Bosque
Tiro de Cañón
Mojarrabo
La Mangadilla
El Verdejo
La Vega
El Peral
El Pichón
Ribera del Carmen
Finca Morán
Granja Miraprinos
Granja Criasa
Granja Roquines
Lagar de Palacín
Cuartel de Artillería
Cuartel
Villa Leonor
Vivero Forestal
Las Raposas
Santa Ana
San Pablo
Aranzana
Monasterio del Prado
Campo de Golf
Depósito de Agua
Cementerio de las Contiendas
Estadio Zorrilla
P.I. Argales
Las Gallegas
El Barrio
Convento de las Arcas Reales
Torrelago
La Rondilla
Igl. de S. Pablo
Igl. de la Antigua
Catedral
Subestación de Zaratán
Pozo del Rebollar
Fuente Valcuevo
Fuente Pozuelo
Fuente Romana
Fuente de los Pocicos
Manantial de la Urraca
Corral del Cuarto
La Dehesa
La Vequilla
Monte del Humilladero
Bascones
Las Torrecillas
Santiago
Los Perales
Las Eras
Las Merinas
Barranca del Pozo
Fte. de Pozuelo
Fte. de la Puerca
Fte. del Muerto
Fte. del Ratón
Fte. del Francino
Fte. de Pozo Cuerno
Cuesta del Gallo
Arroyo de San Marina
Arroyo de la Fuente
Arroyo de la Parva
Arroyo de Zarnga
Arroyo de Valdelamadre
Arroyo de Valdelabá
Arroyo de Villarrubia
Arroyo de Robledo
Arroyo de Rodastillo
Arroyo de Valdelasmadres
Arroyo de Valdelasmadres
Arroyo de Valdelasmadres

REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO ELECTRICO DE OBRA

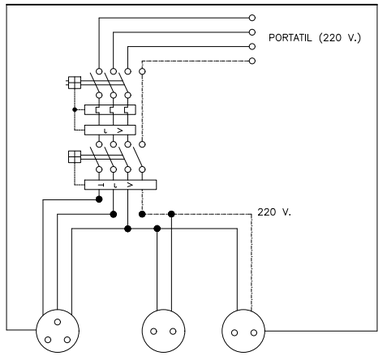


DETALLE DE ARQUETA O REGISTRO DE LA TOMA DE TIERRA



Las picas de acero galvanizado seran como mínimo de 25 mm. de diametro.
Las picas de cobre seran como mínimo de 14 mm. de diametro.
Si se colocan perfiles de acero galvanizado, estos tendran como mínimo 60 mm. de lado.
Los cables de unión entre electrodos o entre electrodos y el cuadro electrico de obra, no tendran una seccion inferior a 16 mm2.
Los conductores de proteccion estaran incluidos en la manguera que alimenta las maquinas a proteger y se distinguira por el color de su aislamiento, es decir amarillo/verde.
La sección del conductor de proteccion sera como mínimo la indicada en la siguiente tabla, para un conductor del mismo metal que el de los conductores activos y que este ubicado en el mismo cable o canalizacion que estos ultimos.
Si el conductor de proteccion no estuviera ubicado en el mismo cable que los conductores activos, la sección mínima obtenida en la tabla debera ser como mínimo 4 mm2.

Seccion de los conductores de fase de la instalacion S (mm2)	Sección mínima de los conductores de proteccion Sp (mm2)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

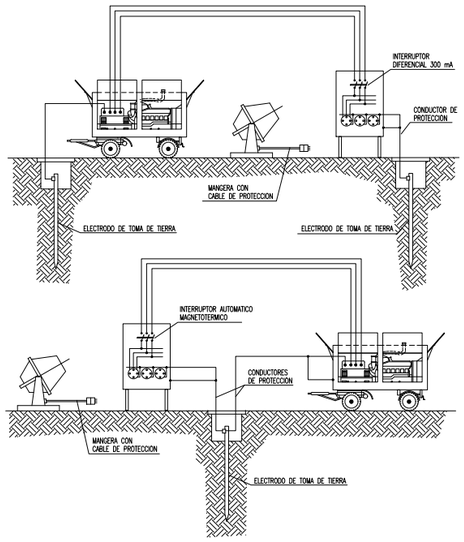


HERRAMIENTAS PORTATILES

Cuadro con proteccion frente a cortocircuitos y corrientes de defecto. Se instalara en las plantas o zonas en donde se precise su utilizacion.

ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO AUXILIAR ELECTRICO DE OBRA PARA MAQUINARIA PORTATIL.

INSTALACION DE GRUPOS ELECTROGENOS

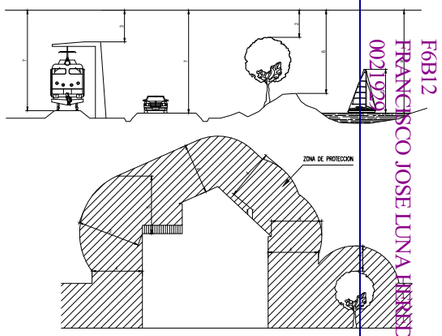


DISTANCIA DE SEGURIDAD A CONDUCCIONES ELECTRICAS

DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES A SU ENTORNO

SOBRE	TERRENO	CARRETERA	FC. S/ ELECT.	CATENAR. FC. ELECT.	RIO-CANAL NAVEGABLE	ARBOLES	EDIFICIOS ACCESIBLE	EDIFICIOS NO ACCESIBLE
DISTANCIA (m)	6	7	7	3	* a	2	5	4

* a = 2'5 + G como mínimo de 7'20 m., siendo G el galibo



NOTA: Estas distancias mínimas seran radiales y se tienen que conservar en las condiciones mas desfaborables de temperatura (aumento de flecha por calor o por manguito de hielo).

En general, puede existir una variacion del orden de 1 m. en la flecha de un conductor entre epocas de frio y de calor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 002192
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

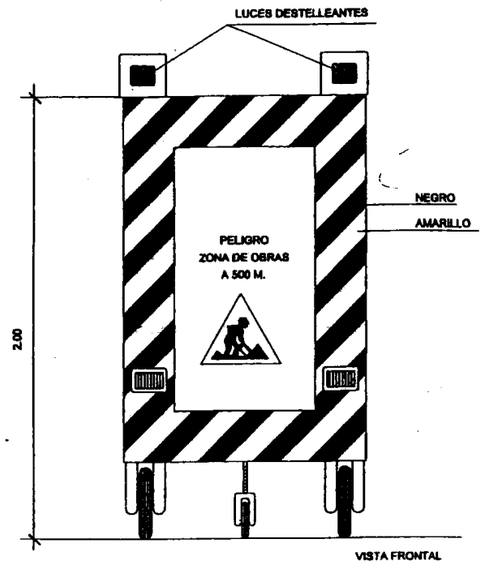
PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE OBRA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	S/E	A3	01 de 08	Ra0

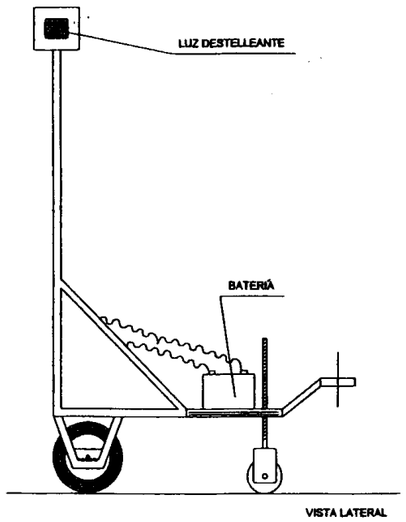
PV0066|PF13H002SRa0_1_Instalaciones Electricas.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

PV0066IPF13H002SRa0_2_Balizamiento.dwg
ESTA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

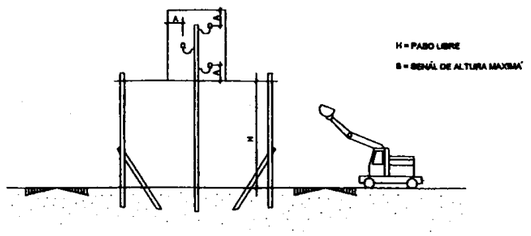
SEÑAL MÓVIL DE APROXIMACIÓN A OBRA



VISTA FRONTAL

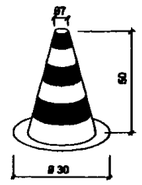


VISTA LATERAL





CINTA BALIZAMIENTO

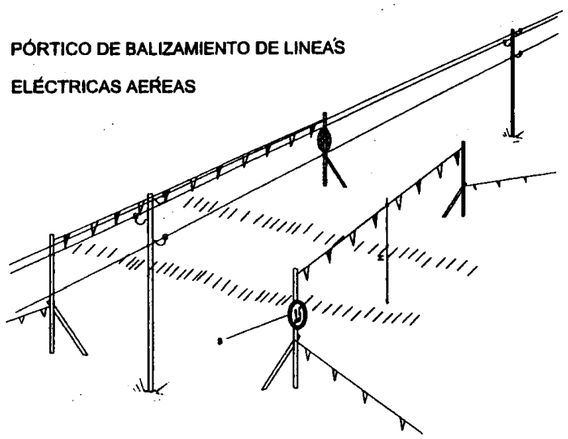


CONO BALIZAMIENTO

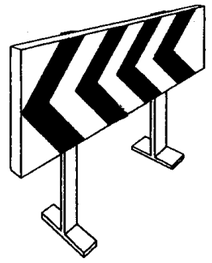


CORDÓN BALIZAMIENTO

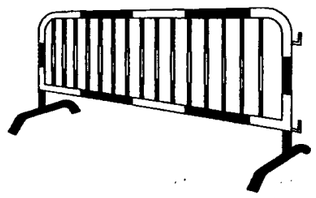
PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELÉCTRICAS AEREAS



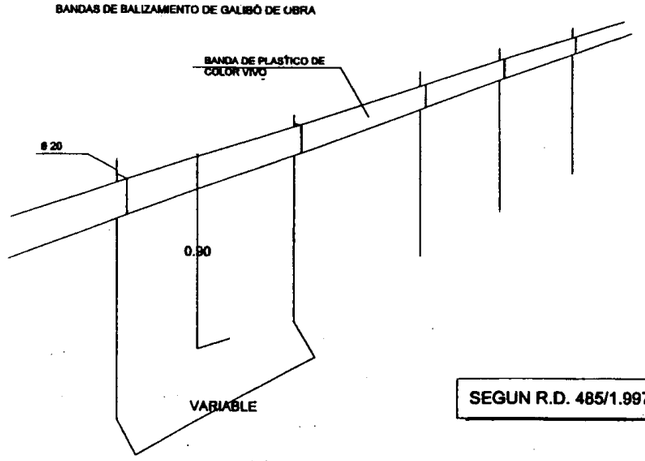
BALIZAMIENTO DE GALIBO DE OBRA



VALLAS DESVIO TRAFICO



BANDAS DE BALIZAMIENTO DE GALIBÓ DE OBRA



SEGUN R.D. 485/1.997

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

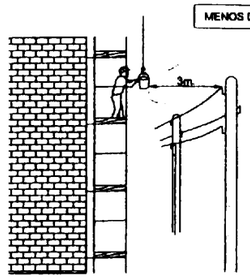
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	BALIZAMIENTO
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

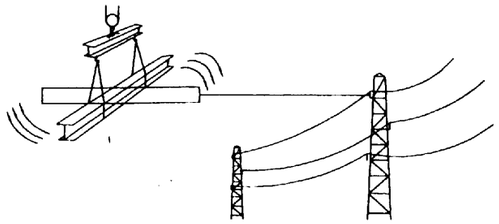
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	S/E	A3	02 de 08	Ra0

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD CON RESPECTO A LINEAS AÉREAS ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

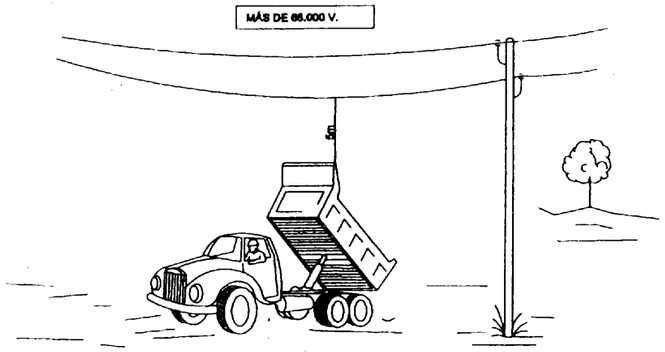
MENOS DE 66.000 V.



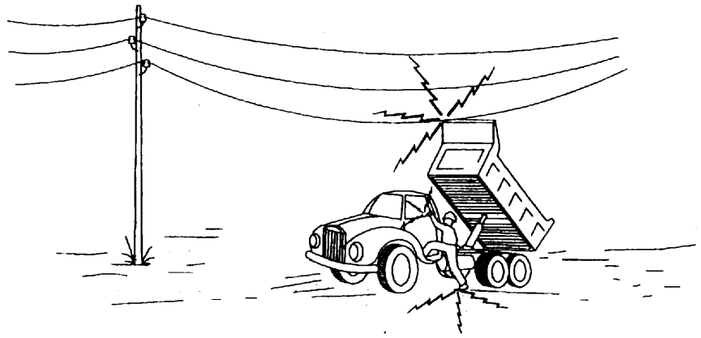
SIEMPRE TENER EN CUENTA LA SITUACIÓN MAS DESFAVORABLE.



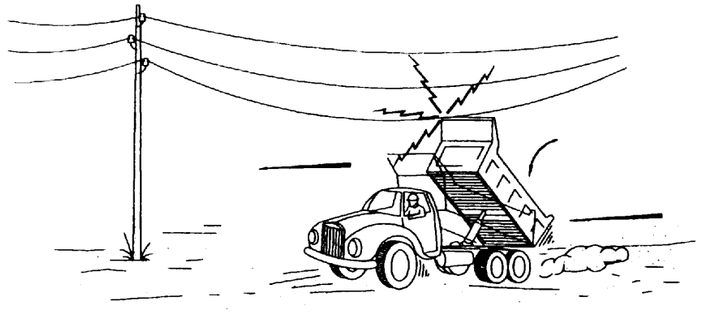
MÁS DE 66.000 V.



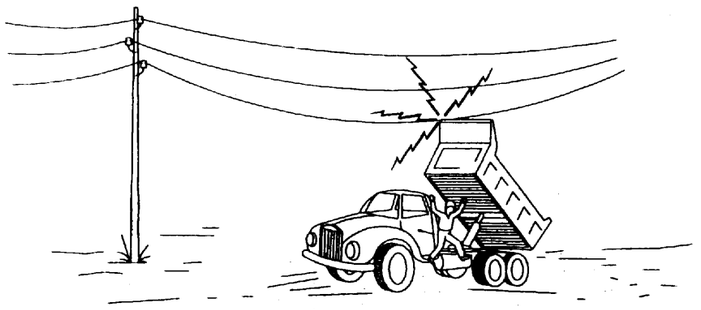
ATENCION AL BASCULANTE



1- EN NINGUÑ CASO DESCIENDA LENTAMENTE.



2- SI CONTACTO, NO ABANDONE LA CABINA, INTENTE EN PRIMER LUGAR BAJARLO Y ALEJARSE.



3- SI NO CONSIGUE QUE BAJE, SALTE DEL CAMION LO MAS LEJOS POSIBLE.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13H002SRa0_3_Riesgo Electrico.dwg
COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

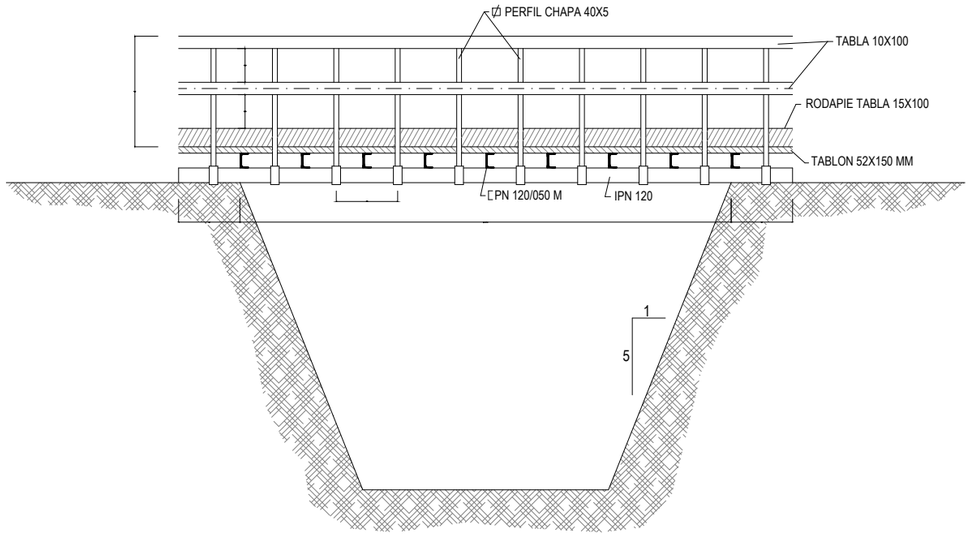
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

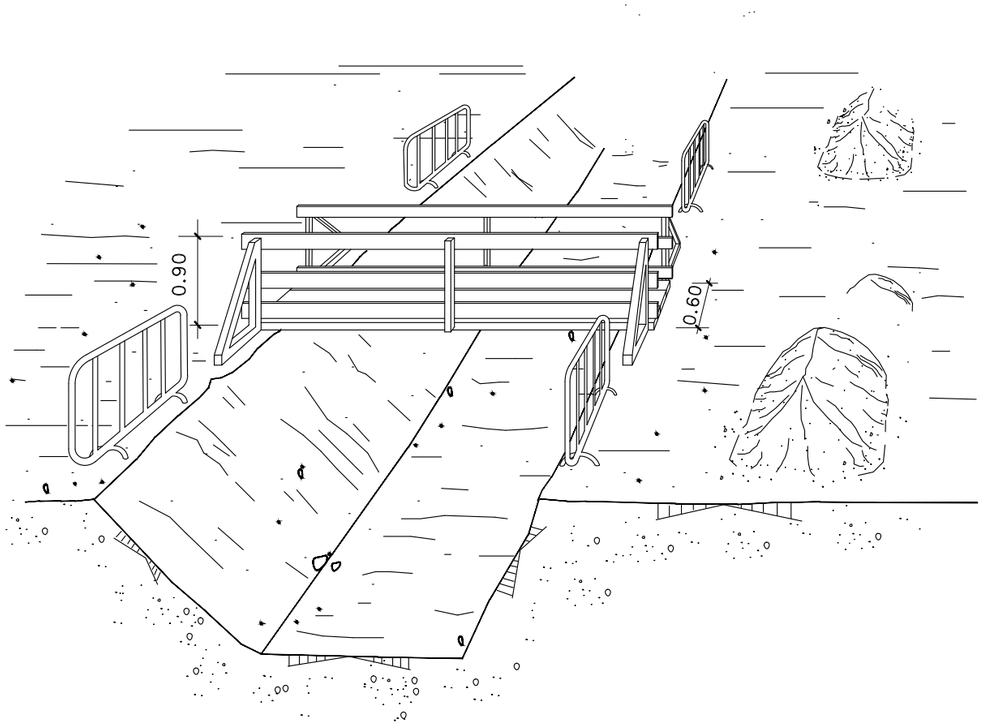
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

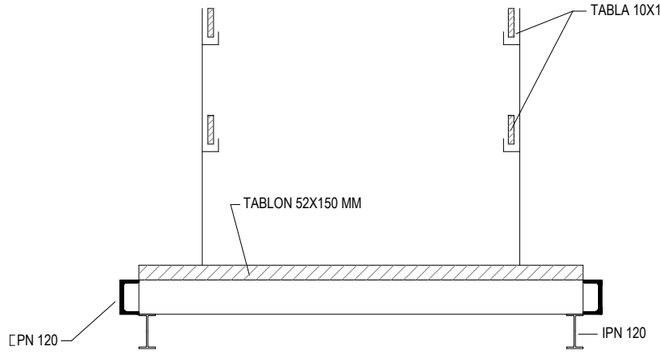
PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	RIESGO ELÉCTRICO
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

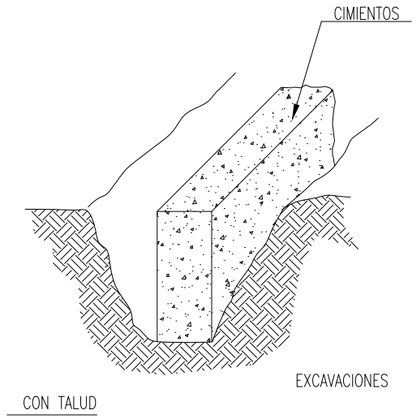
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	S/E	A3	03 de 08	Ra0

PROTECCIONES EN ZANJAS

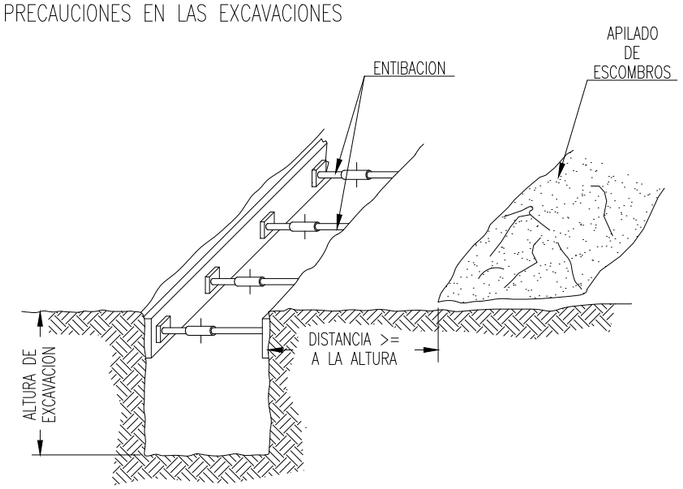








PRECAUCIONES EN LAS EXCAVACIONES



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13H002SRa0_4_Zanjas.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

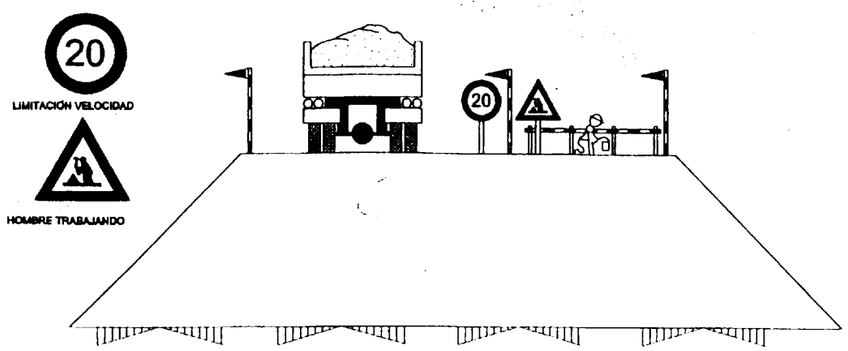
RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

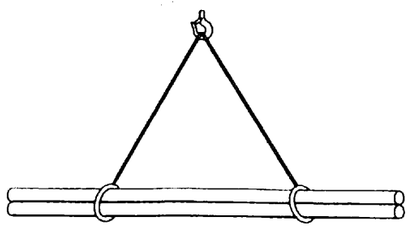
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	ZANJAS
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

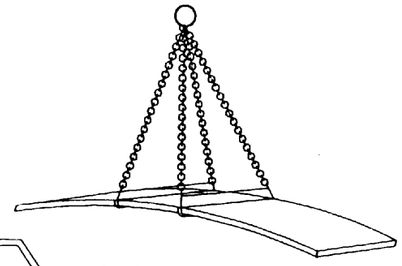
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	S/E	A3	04 de 08	Ra0



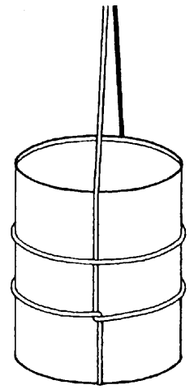
EJECUCIÓN DE TERRAPLENES Y DE AFIRMADOS



CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)

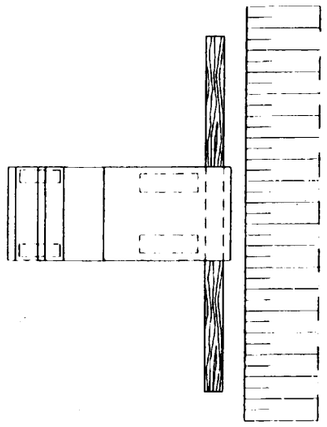


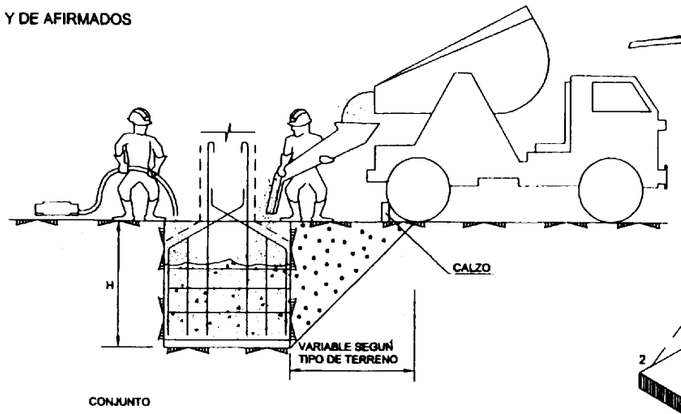
PLANCHA LARGA



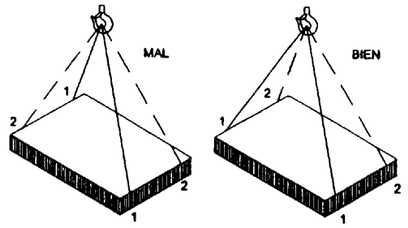
AMARRE DE BIDONES

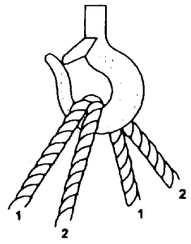
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

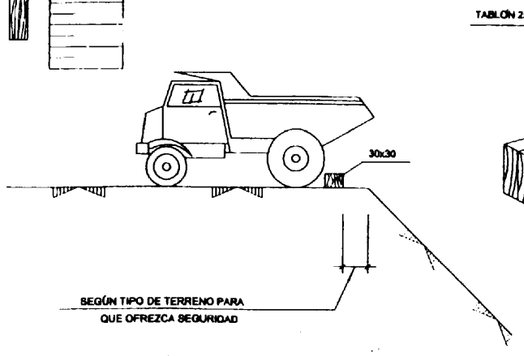


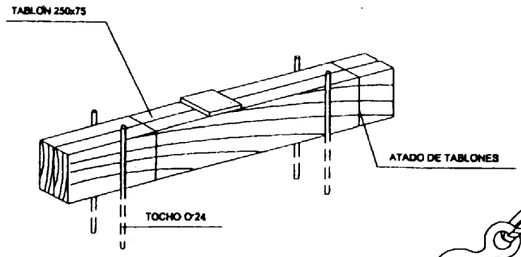


CONJUNTO





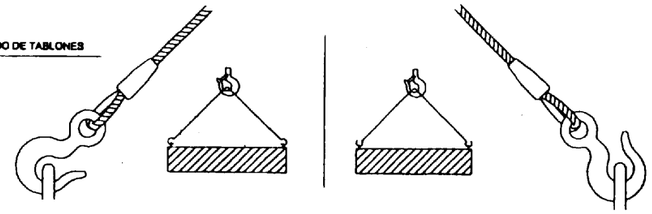




DETALLE DE CALZO

COTAS EN mm.

CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13H002SRa0_5_Topes&Cargas.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

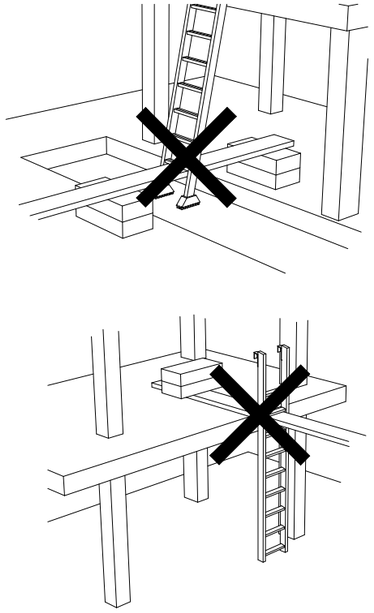
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

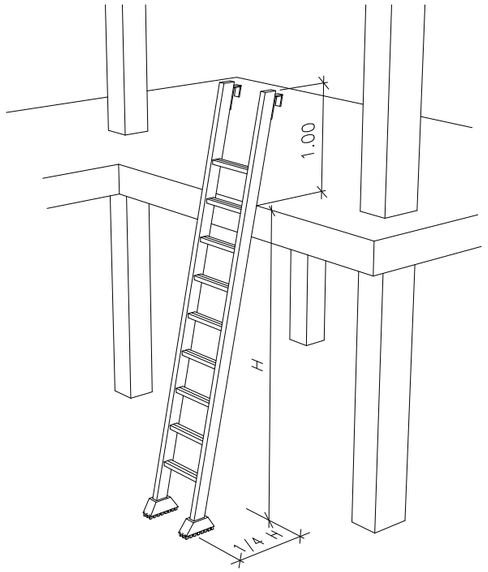
PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	TOPES Y CARGAS
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	S/E	A3	05 de 08	Ra0

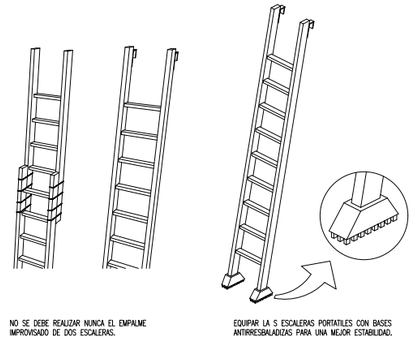
POSICIONES INCORRECTAS DE ESCALERAS DE MANO



POSICION CORRECTA DE ESCALERAS DE MANO



PRECAUCIONES EN EL USO DE ESCALERAS DE MANO



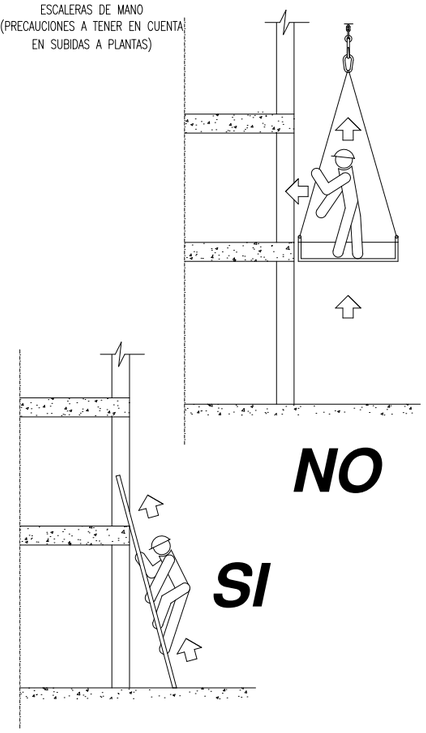
NO SE DEBE REALIZAR NUNCA EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.

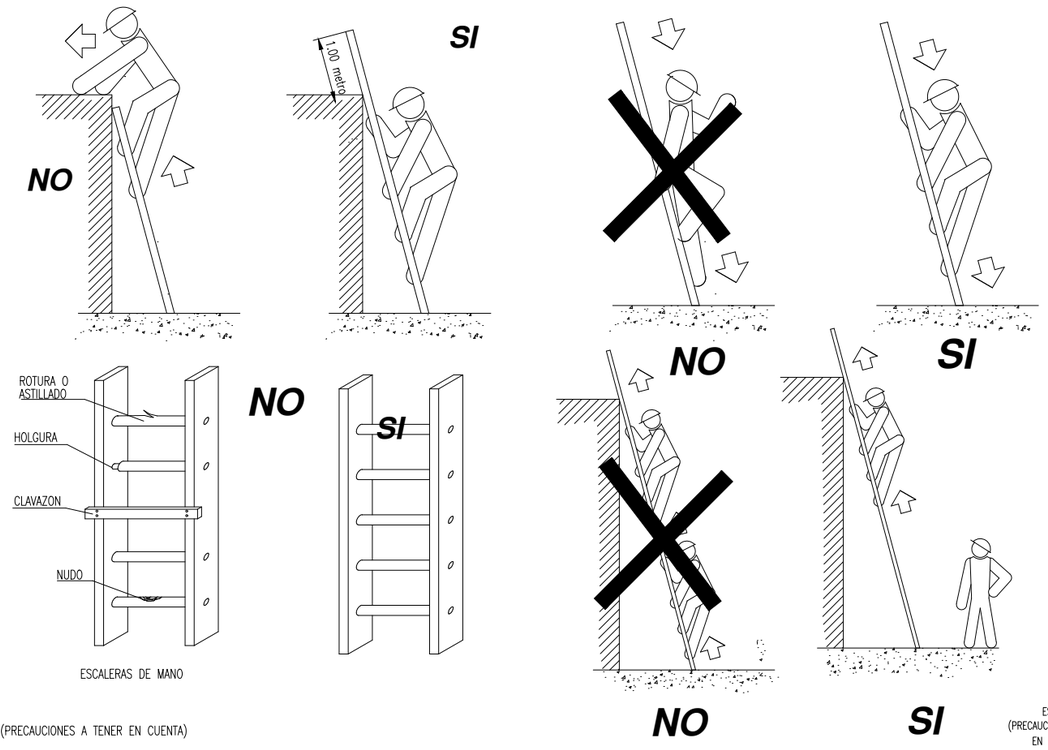
EQUIPAR LA S ESCALERAS PORTATILES CON BASES ANTIRRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD.

TOPE Y CADENA PARA IMPEDIR LA APERTURA.

LOS LARGEROS SERAN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDAÑOS ESTARAN BIEN ENSAMBLADOS Y NO CLABADOS.

ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN SUBIDAS A PLANTAS)





ESCALERAS DE MANO

(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)

ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN SU SUBIDA Y BAJADA)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

VISADO

PV0066IPF13H002SRa0_6_Escaleras.dwg

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

Nº DE PROYECTO: PV0066

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

TÍTULO PLANO: ESCALERAS

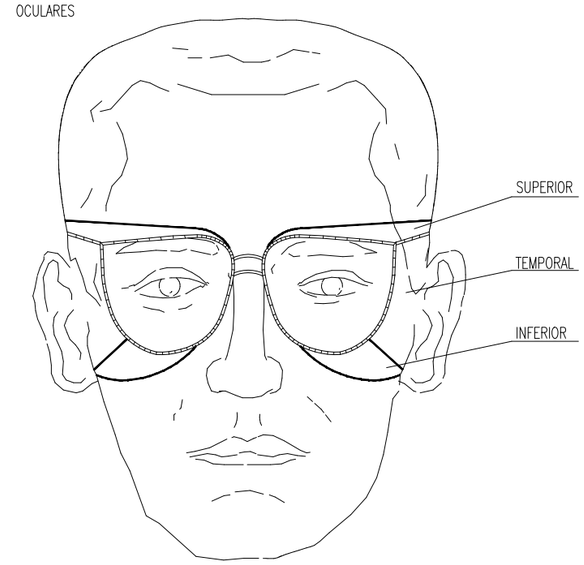
DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

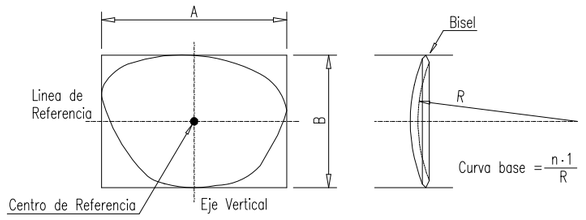
FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
002	S/E	A3	06 de 08	Ra0

PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)

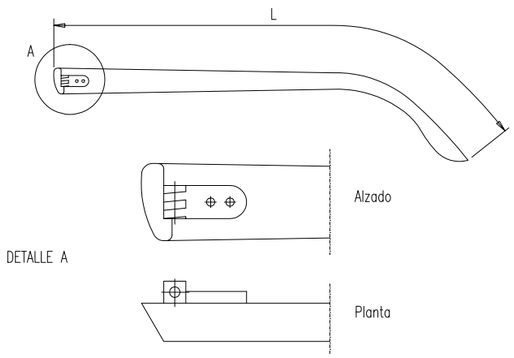
OCULARES



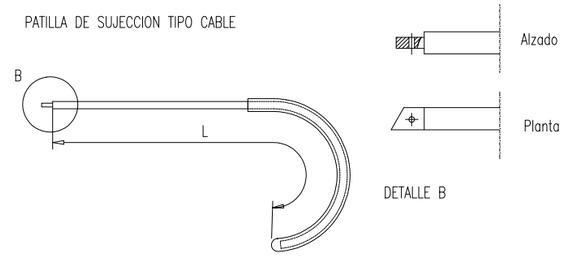


PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD I)

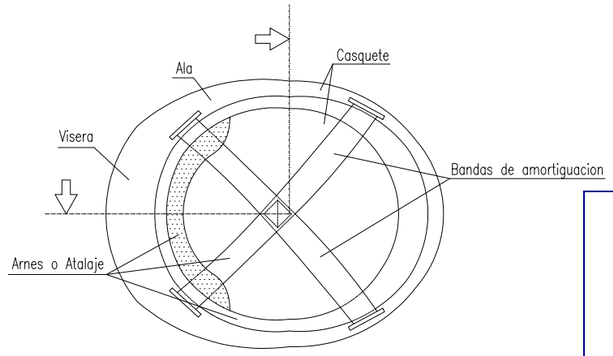
PATILLA DE SUJECCION TIPO ESPATULA

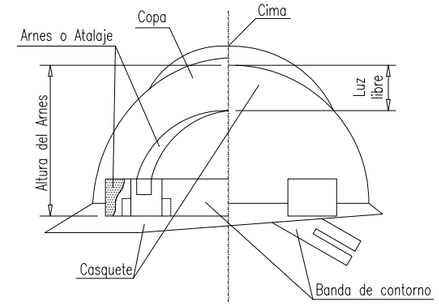


PATILLA DE SUJECCION TIPO CABLE



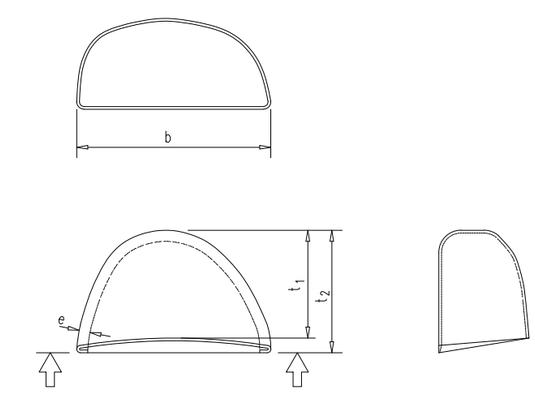
PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)





PROTECCIONES INDIVIDUALES (BOTAS DE SEGURIDAD -REFUERZOS -)

PUNTERA



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13H002SRa0_7_EPIS.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	EPIS
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	S/E	A3	07 de 08	Ra0

SEÑALES DE OBLIGACION (II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE CINTUROS DE SEGURIDAD		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE GAFAS O PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGACION DE LAVARSE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE CALZADO ANTIESTATICO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
EMPUJAR NO ARRASTRAR		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SE¥ALES DE OBLIGACION (I)

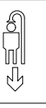
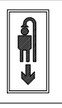
SIGNIFICADO DE LA SE¥AL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SE¥AL DE SEGURIDAD
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal

SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SE¥AL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SEÑAL DE SEGURIDAD
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DUCHA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una se?al hasta una distancia de 50 metros:

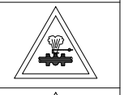
$$S \geq \frac{l^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metrosd desde donde se puede ve la se?al y SD la superficie en metros de la se?al.

SEÑALES DE ADVERTENCIA (Hoja I)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SEÑAL DE SEGURIDAD
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SE¥ALES DE ADVERTENCIA (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SE¥AL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SE¥AL DE ADVERTENCIA
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETILLAS DE MANUTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{l^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13H002SRa0_8_Señales.dwg
LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	SEÑALES
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	S/E	A3	08 de 08	Ra0

DOCUMENTO Nº5: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CONTENIDO

1 MEDICIONES Y PRESUPUESTO....317
2 RESUMEN DEL PRESUPUESTO....320

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

1 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

	PRESUPUESTO INSTALACIÓN SOLAR FV "BETULA ZARATAN"	Cantidad	Precio	Importe
1	**CAPÍTULO 1. EQUIPOS (ESTRUCTURA SEGUIDORA, MÓDULOS, INVERSORES)**			**1,964,188.21 €**
1.1	**MODULO FOTOVOLTAICO**	8,310	119.120 €	989,887.20 €
	Modulo Fotovoltaico marca Trina Solar TSM-NEG21C.20-720 Wp potencia pico			
1.2	**SEGUIDOR SOLAR FOTOVOLTAICO UN EJE**			669,808.16 €
	Seguidor Solar Fotovoltaico 1 eje x 2V- 2 Series	50	4,836.16 €	241,808.00 €
	Seguidor Solar Fotovoltaico 1 eje x 2V - 3 series	59	7,254.24 €	428,000.16 €
1.3	**INVERSOR + SKID MV**	-		277,245.00 €
	Ingeteam POWER ELECTRONICS HEMK FS1910K	3.00	18,657.00 €	55,971.00 €
	SKID MT (Transformador + celdas protección)	3.00	73,758.00 €	221,274.00 €
1.4	**String Combiner Box (10 y 11 entradas)**	37.00	358.05 €	13,247.85 €
1.5	**Power Plant Controller**	1.00	14,000.00 €	14,000.00 €
2	**CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL**	**1.00**		**273,069.04 €**
2.1	**OBRA CIVIL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**	**1.00**		**48,108.11 €**
	ZANJA TIPO T-I, para Baja Tensión DC CABLE STRING	470.00	6.92 €	3,252.40 €
	ZANJA PARA CABLE STRING ENTRE SEGUIDORES (m) Dimensión 0.20x0.40 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora / compactación.			
	ZANJA TIPO T-II, para Baja Tensión DC CABLE STRING	20.00	7.67 €	153.40 €
	ZANJA PARA CABLE STRING ENTRE SEGUIDORES (m) Dimensión 0.20x0.40 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora / compactación.			
	ZANJA TIPO BT-1, para Baja Tensión 1 circuito DC	241.56	19.56 €	4,724.91 €
	ZANJA PARA CABLE DC (m) Dimensión 0,25x0,65 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora / placa protectora / compactación. 0,2 m de arena.			
	ZANJA TIPO BT-2, para Baja Tensión hasta 2 circuitos DC	278.74	22.28 €	6,210.38 €
	ZANJA PARA CABLE DC (m) Dimensión 0,25x0,85 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora / placa protectora / compactación. 0,2 m de arena.			
	ZANJA TIPO BT-4, para Baja Tensión hasta 4 circuitos DC	236.85	49.82 €	11,799.87 €
	ZANJA PARA CABLE DC (m) Dimensión 0,40x0,85 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora / placa protectora / compactación. 0,32 m de arena.			
	ZANJA TIPO BT-6, para Baja Tensión hasta 6 circuitos DC	44.56	65.59 €	2,922.69 €
	ZANJA PARA CABLE DC HORMIGONADA (m) Dimensión 0,60x0,85 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora / Hormigón.			
	ZANJA TIPO MV-1 para un circuito LSAT	403.01	24.13 €	9,724.63 €
	CIRCUITOS DE SALIDA DE CELDAS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN A OTRO Ó A C.C. (m) * Dimensión 0,4 x 0,8 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora, placa cubrecables / compactación. 0,35 m relleno de arena.			
	ZANJA TIPO MV-2 para dos circuitos LSAT	3.92	32.04 €	125.60 €

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-
EGBAJ IÑIGO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº (92242)
VISADO

	CIRCUITOS DE SALIDA DE CELDAS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN A OTRO Ó A CSECC (m) * Dimensión 0,60 x 0,80 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora, placa cubrecables / compactación. 0,35 m relleno de arena.			
	ZANJA TIPO MV-1-H para un circuitos LSAT entubados	48.96	43.85 €	2,146.90 €
	CIRCUITOS DE SALIDA DE CELDAS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN A OTRO Ó A C.C. (m) * Dimensión 0,4 x 1,05 m (ancho x profundo): Excavación / cinta señalizadora / compactación/ tubo de 200, relleno de hormigón hasta 0,40 m y después con tierra.			
2.2	**OBRA CIVIL PARA POWER STATIONS**	**3.00**	**780.00 €**	**2,340.00 €**
	Obra civil necesaria para la instalación de los Power Stations, sobre pilares metálicos, incluyendo los materiales, incluso medios mecánicos y mano de obra.			
2.3	**OBRA CIVIL PARA CENTRO DE CONEXIÓN**	**1.00**	**940.00 €**	**940.00 €**
	Obra civil necesaria para la instalación del Centro de Conexión, incluyendo excavación, relleno de arena y losa de hormigón, incluso medios mecánicos y mano de obra.			
2.4	**PUESTA A TIERRA SKID Y CENTRO DE CONEXIÓN**	**3.00**	**500.00 €**	**1,500.00 €**
	Puesta a tierra necesaria para protección y servicio. Anillo perimetral y picas según descripción en la memoria.			
2.5	**CERRAMIENTO**	**1,219.00**	**6.72 €**	**8,191.68 €**
	Valla de 2 m. de altura para limitar el paso de grandes mamíferos, realizada con tela metálica anudada galvanizada de trama 200x20x15/100 y postes de tubo de acero galvanizado de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo, hincado y puesta a tierra.			
2.6	**PUERTA 4,00x2,00 40/14 STD**	**1.00**	**1,249.00 €**	**1,249.00 €**
	Puerta de 2 hojas de 4,00x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.			
2.6	**RESTO OBRA CIVIL**	**1.00**	**210,740.25 €**	**210,740.25 €**
	Incluye realización de caminos, explanación, desmonte, relleno y retirada de tierra vegetal			
3	**CAPÍTULO 3. CENTRO DE CONEXIÓN (CC)**	**1.00**		**80,260.62 €**
3.1	**CENTRO DE CONEXIÓN**	**1.00**		**80,260.62 €**
	CASETA PREFABRICADA Caseta prefabricada para contener un transformador, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 6980x2500x3300 mm., formado por: envolvente, puertas y rejillas. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección, señal triangular distintiva de riesgo eléctrico en el transformador y en la puerta de acceso al edificio, cartel con instrucciones de primeros auxilios y cartel de las cinco reglas de oro.	1.00	14,845.32 €	14,845.32 €
	UD. CELDA DE LÍNEA	3.00	2,403.01 €	7,209.03 €
	UD. CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL AUTOMÁTICA MOTORIZADA + RELE SEPAM S-80	2.00	13,173.71 €	26,347.42 €
	UD. CELDA DE MEDIDA DE ENERGÍA CON TT+TI	2.00	5,139.34 €	10,278.68 €
	UD. CELDA DE MEDIDA DE TENSIÓN EN BARRAS CON TT	1.00	3,250.00 €	3,250.00 €
	UD. CELDA DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMACIÓN	2.00	3,188.78 €	6,377.56 €

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en https://sede.colegioindustriales.es/ FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192

	UD. TRANSF ACEITE MT/BT 50kVA	1.00	5,325.23 €	5,325.23 €
	UD. ARMARIO DE MEDIDA A.T. COMPLETO (Tarificador+modem)	1.00	1,701.16 €	1,701.16 €
	UD. CONEXIÓN ARM MEDIDA-MÓD CONTAD	1.00	93.52 €	93.52 €
	UD. CONJUNTO MEDIDA IND B.T. (Incluido tarificador y modem)	1.00	2,549.24 €	2,549.24 €
	UD. CUADRO PPAL SSAA	1.00	1,953.46 €	1,953.46 €
	UD. VARIOS	1.00	330.00 €	330.00 €
4	**CAPÍTULO 4. INSTALACIÓN DE AT DENTRO DE LA PLANTA**	**1.00**		**44,218.0 €**
4.1	**m LÍNEA M.T. 12/20kV RHZ1 3x70**	438.00	21.75 €	9,526.50 €
4.2	**m LÍNEA M.T. 12/20kV RHZ1 3x185**	441.00	24.75 €	10,914.75 €
4.3	**m LÍNEA M.T. 12/20kV RHZ1 3x400**	594.00	32.52 €	19,316.88 €
4.4	**ud TERMINAL ENCHUF. 12/20kV p/Al. (70) mm²**	6.00	198.20 €	1,189.20 €
4.5	**ud TERMINAL ENCHUF. 12/20kV p/Al. (185) mm²**	6.00	247.52 €	1,485.12 €
4.6	**ud TERMINAL ENCHUF. 12/20kV p/Al. (400) mm²**	6.00	297.60 €	1,785.60 €
5	**CAPÍTULO 5. INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN**	**1.00**		**49,171.78 €**
5.1	**m LÍNEA COBRE 1x6 PV ZZ-F**	16,487.63	0.47 €	7,749.19 €
5.2	**m LÍNEA COBRE 1x10 PV ZZ-F**	4,416.03	0.65 €	2,870.42 €
5.4	**m LÍNEA AL 1x400 mm2 AL PV**	258.09	2.57 €	662.05 €
5.6	**m LÍNEA AL 1x240 mm2 AL PV**	3,606.07	2.12 €	7,644.87 €
5.13	**PUESTA A TIERRA**	1,817.95	15.00 €	27,269.25 €
5.14	**CONECTORES MULTICONTACT**	992.00	3.00 €	2,976.00 €
6	**CAPÍTULO 6. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN**	**1.00**		**13,717.56 €**
6.1	**Sistema de monitorización de la planta**	1.00	12,820.00 €	12,820.00 €
6.2	**ud ESTACIÓN METEOROLÓGICA**	1.00	897.56 €	897.56 €
7	**CAPÍTULO 7. INSTALACIÓN DE SEGURIDAD**	**1.00**		**58,880.00 €**
7.1	**INTRUSIÓN**	**1.00**		**26,402.00 €**
	Sistema de intrusión en Planta Solar	1.00	20,854.00 €	26,402.00 €
7.2	**CCTV**	**1.00**		**32,478.00 €**
	Sistema de Control por Videovigilancia CCTV para Planta Solar	1.00	32,478.00 €	32,478.00 €
8	**CAPÍTULO 8. CORRECCIONES MEDIOAMBIENTALES**	**1.00**		**58,678.25 €**
8.1	**Correcciones medioambientales en Planta Solar**	**1.00**	**58,678.25 €**	**58,678.25 €**
9	**CAPÍTULO 9. GESTIÓN DE RESIDUOS**	**1.00**		**4,430.00 €**
9.2	**Gestión de residuos**	**1.00**	**4,430.00 €**	**4,430.00 €**
10	**CAPÍTULO 10. SEGURIDAD Y SALUD**	**1.00**		**9,083.67 €**
10.1	**INSTALACIONES DE BIENESTAR**	**1.00**	**2,181.34 €**	**2,181.34 €**
10.2	**SEÑALIZACIÓN**	**1.00**	**1,136.59 €**	**1,136.59 €**
10.3	**PROTECCIONES COLECTIVAS**	**1.00**	**2,142.45 €**	**2,142.45 €**
10.4	**EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**	**1.00**	**835.05 €**	**835.05 €**
10.5	**MANO DE OBRA SEGURIDAD**	**1.00**	**2,788.24 €**	**2,788.24 €**
	TOTAL PRESUPUESTO			**2,555,697.18 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LINARES HUERTA (Colegiado nº 00299)

2 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

PRESUPUESTO INSTALACIÓN SOLAR FV "BETULA ZARATAN"

CAPÍTULO 1. EQUIPOS (ESTRUCTURA SEGUIDORA, MÓDULOS, INVERSORES)	1,964,188.21 €
CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL	273,069.04 €
CAPÍTULO 3. CENTRO DE CONEXIÓN (CC)	80,260.62 €
CAPÍTULO 4. INSTALACIÓN DE AT DENTRO DE LA PLANTA	44,218.05 €
CAPÍTULO 5. INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN	49,171.78 €
CAPÍTULO 6. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	13,717.56 €
CAPÍTULO 7. INSTALACIÓN DE SEGURIDAD	58,880.00 €
CAPÍTULO 8. CORRECCIONES MEDIOAMBIENTALES	58,678.25 €
CAPÍTULO 9. GESTIÓN DE RESIDUOS	4,430.00 €
CAPÍTULO 10. SEGURIDAD Y SALUD	9,083.67 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**2,555,697.18 €**
13% Gastos Generales	332,240.63 €
6% Beneficio Industrial	153,341.83 €
SUMA DE G.G. Y B.I.	**485,582.46 €**
21%IVA	**536,696.41 €**
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**3,577,976.05 €**

Madrid, Julio de 2025

Ingeniero Industrial



Fdo.: Francisco José Luna Heredia

Colegiado nº 21 929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

DOCUMENTO Nº6: RBDA

Finca	DATOS CATASTRALES			TITULAR	DIRECCIÓN	Pleno dominio y servidumbres							Naturaleza del terreno
						Afección de la Planta Fotovoltaica			Afección de Línea de interconexión de la planta (fuera de vallado)				
									Zanjas		Ocupación Temporal	Arquetas	
Parcela Proyecto	Polígono	Parcela	Referencia Catastral			Superficie interior del vallado de la Planta (m^2)	Pantalla Vegetal (m^2)	Vial de acceso (m^2)	Longitud (m)	Superficie permanente (m^2)	Superficie (m^2)	Uds	
1	005	00010	47162A00500010			80685.99	6044.14	510.97	0	0	0	0	

ACCESOS PSFV_BETULA ZARATAN

Termino municipal	Nº Orden	Datos catastrales			Nombre	Afección		Superficie Estimada de Tala/Poda (m2)	Naturaleza del terreno
		Ref. Catastral	Polígono	Parcela		Ocupación Permanente (m2)	Ocupación Temporal (m2)		
SIMANCAS	1	47162A01009004	10	9004	Autovia A-62 (Carretera Burgos-Salamanca)	-	-	-	VT- Vía de comunicación de dominio público
SIMANCAS	2	sin/inf Catastral	-	-	Camino de Geria	-	-	-	sin/inf
SIMANCAS	3	47162A01109004	11	9004	Autovia A-62 (Carretera Burgos-Salamanca)	-	-	-	VT- Vía de comunicación de dominio público
SIMANCAS	4	sin/inf Catastral	-	-	Camino de Coronilla	-	-	-	sin/inf
SIMANCAS	5	47162A00409002	4	9002	Camino de Villanubla	-	-	-	VT- Vía de comunicación de dominio público

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002929

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

DOCUMENTO Nº7: PLANOS

Se adjunta la relación de planos contenida en el proyecto. Las imágenes que se han usado para algunos planos están extraídas de la página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

ÍNDICE DE PLANOS:

- PV0066IPF13F001GRa0 Hoja 1: UBICACIÓN GENERAL
- PV0066IPF13F001GRa0 Hoja 2: EMPLAZAMIENTO
- PV0066IPF13F001GRa0 Hoja 3: ENTORNO CON RADIO 2 km
- PV0066IPF13F002GRa0 Hoja 1: EMPLANTACION GENERAL
- PV0066IPF13F002GRa0 Hoja 2: PARCELARIO
- PV0066IPF13F002GRa0 Hoja 3: VALLADO COORDENADAS
- PV0066IPF13F003GRa0 Hoja 1: AFECCIÓN LINDEROS Y CAMINOS
- PV0066IPF13F003GRa0 Hoja 2 AFECCIÓN CAMINO DE SANTIAGO
- PV0066IPF13F003GRa0 Hoja 3 AFECCIÓN CAMINO DE SANTIAGO
- PV0066IPF13F003GRa0 Hoja 4: AFECCIÓN ARROYOS
- PV0066IPF13F003GRa0 Hoja 5: AFECCIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS
- PV0066IPF13F003GRa0 Hoja 6: AFECCIÓN GASODUCTO
- PV0066IPF13F004GRa0: SISTEMAS DE SEGURIDAD
- PV0066IPF13F005CRa0: ACCESOS
- PV0066IPF13F006GRa0: ZONA ACOPIO Y DE TRABAJOS TEMPORALES
- PV0066IPF13F007GRa0: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS
- PV0066IPF13F008ERa0: TRAZADO CABLE DE STRINGS
- PV0066IPF13F009ERa0: TRAZADO CABLE DC
- PV0066IPF13F010ERa0: TRAZADO CABLE M.T.
- PV0066IPF13F011ERa0: PUESTA A TIERRA
- PV0066IPF13F012ERa0 Hoja 1: ESQUEMA UNIFILAR BT CT-1
- PV0066IPF13F012ERa0 Hoja 2: ESQUEMA UNIFILAR BT CT-2
- PV0066IPF13F012ERa0 Hoja 3: ESQUEMA UNIFILAR BT CT-3
- PV0066IPF13F013ERa0 Hoja 1: ESQUEMA UNIFILAR MEDIA TENSIÓN
- PV0066IPF13F013ERa0 Hoja 2 ESQUEMA UNIFILAR MEDIA TENSIÓN
- PV0066IPF13F014CRa0: CAMINOS
- PV0066IPF13F015CRa0: TRAZADO ZANJAS BT
- PV0066IPF13F016CRa0: TRAZADO ZANJAS MT
- PV0066IPF13F017DRa0: DETALLE DE ZANJAS BT
- PV0066IPF13F018DRa0: DETALLE DE ZANJAS PARA MT
- PV0066IPF13F019DRa0: DETALLE DE VALLADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- PV0066IPF13F020DRa0: DETALLE DE CAMINO
- PV0066IPF13F021DRa0: DETALLES DE PUESTA A TIERRA
- PV0066IPF13F022DRa0: DETALLE SEGUIDOR
- PV0066IPF13F023DRa0: DETALLE CENTRO DE CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA
- PV0066IPF13F024DRa0: PUESTA A TIERRA CENTRO DE CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA
- PV0066IPF13F025DRa0: VALLADO CENTRO DE CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA
- PV0066IPF13F026DRa0: DETALLE ESTACIÓN POTENCIA
- PV0066IPF13F027DRa0: PUESTA A TIERRA ESTACIÓN POTENCIA
- PV0066IPF13F028DRa0: VALLADO ESTACIÓN DE POTENCIA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN

UBICACIÓN PLANTA SOLAR

Documento firmado con el número 3505520[illegible] en la plataforma FIRMAPROFESIONAL del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid
Fecha: 18/07/2025 Para validar: https://www.firmaprofesional.com/verifica/ Los Gallegos 90 28022 MADRID
FRANCISCO LUNA HEREDIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

TÍTULO PLANO: UBICACIÓN GENERAL

DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	001	1/50.000	A3	01 de 03	Ra0

PV0066IPF13F001GRa0-Ubicacion General.dwg
EL PRESENTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

PLANTA SOLAR
BETULA ZARATAN

Picancielo
Fte. de la Puerca
Arroyo del Cuesta del Gallo
Arroyo de Santa Marina
Rodastillo
La Cooperа
Pico Cuerno
El Lobo
Merinas
Camino
Laderas de Valsordo
Pozo de la
Cno. del Perdigueras
842
Páramo
Cuatro Caminos
Los Zumacales
Sepulcro Megalítico de Corredor
Oleoducto
Gasoducto
Fte. del Muerto
Camino
Aranda
Malaza
Campo de Golf
K.1
K.2
K.132
K.133
K.134
220 kV
N-620
E-80
Huelga
la Encomienda
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Proyecto registrado con el número 25075527 el día 01/01/2025 y puede validar el documento en el CSV 4124988
782
748
766
745
755
732
700
681
841
845
800

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	EMPLAZAMIENTO
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	001	1/12.500	A3	02 de 03	Ra0

REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86850219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN

PLANTA SOLAR
BETULA ZARATAN

RADIO 2 KM

Valdelabá
Los Picones
Fuente de los Pocicos
Los Aguaderos
El Rodastillo
Picancielo
Arroyo
Fte. de la Puerca
del Camino de Wamba
Robladillo
Fuente de Pico Cuerno
El Lobo
Cuesta del Gallo
Barranco del Pozo de la Teaza
Merinas
Camino
Laderas de Valsordo
La Perdiguera
del Perdigueras
842
Cno. de Torres
Cagahornos
K.135
Teso la Nube
Villa del Silo
VA-500
Barco del Lobo
Urb. Soto Verde
Campo de Golf
La Parva
843
Zamora
Cno.
San Pablo
Aranda
Malaza
Rodastillo
La Copera
Santa Marina
Fte. del Muerto
Gasoducto
Oleoducto
Arroyo de la Encomienda
Igl. de S. Juan Evangelista
Sepulcro Megalítico de Corredor
Los Zumacales
K.133
220 kV
E-80
N-620
Cuatro Caminos
K.134
Huelga
Pisuerga
Acequia
Simancas
Granja Criasa
El Pichón
Granja Mirapinos
Camino de Simancas
Ribera de
VA-500
K.130
K.130a
K.131
K.132
K.1
K.2
K.3
K.8
La Veg
Arc

Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___
REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

TÍTULO PLANO: ENTORNO CON RADIO 2 KM

DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

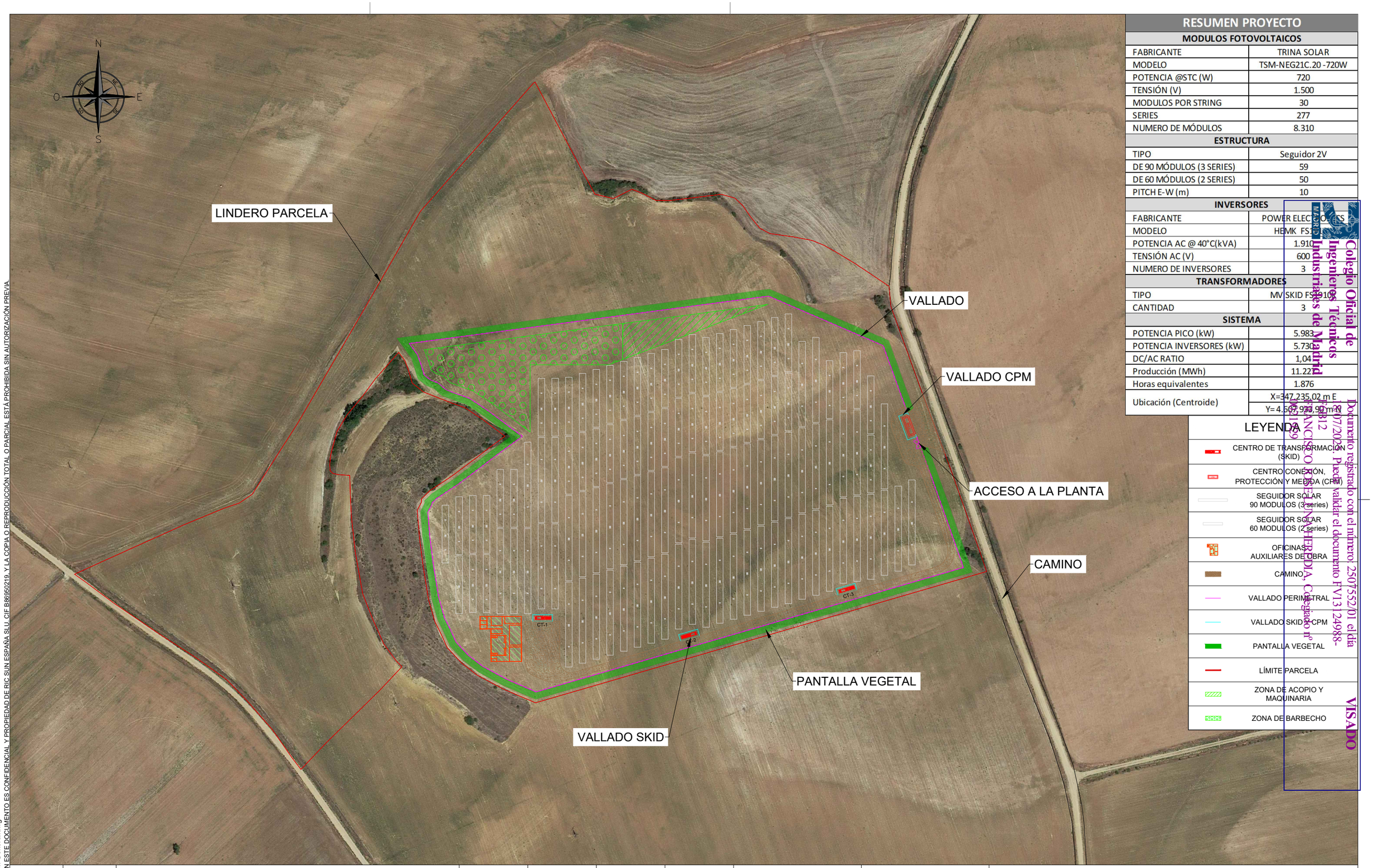
FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	001	1/20.000	A3	03 de 03	Ra0

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento firmado por 1 de 1 páginas
Fecha: 07/2025
FRANCISCO LUNA HEREDIA
Página 1 de 378
VISADO

PV0066IPF13F001GRa0-Ubicacion General.dwg

PV0066IPF13F002GRa0-Implantación General.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA



RESUMEN PROYECTO	
MODULOS FOTOVOLTAICOS	
FABRICANTE	TRINA SOLAR
MODELO	TSM-NEG21C.20 -720W
POTENCIA @STC (W)	720
TENSIÓN (V)	1.500
MODULOS POR STRING	30
SERIES	277
NUMERO DE MÓDULOS	8.310
ESTRUCTURA	
TIPO	Seguidor 2V
DE 90 MÓDULOS (3 SERIES)	59
DE 60 MÓDULOS (2 SERIES)	50
PITCH E-W (m)	10
INVERSORES	
FABRICANTE	POWER ELECTRONICS
MODELO	HEMK FS1
POTENCIA AC @ 40°C(kVA)	1.910
TENSIÓN AC (V)	600
NUMERO DE INVERSORES	3
TRANSFORMADORES	
TIPO	MV SKID FS 1910
CANTIDAD	3
SISTEMA	
POTENCIA PICO (kW)	5.983
POTENCIA INVERSORES (kW)	5.730
DC/AC RATIO	1,04
Producción (MWh)	11.227
Horas equivalentes	1.876
Ubicación (Centroide)	X=347.235,02 m E
	Y= 4.567.933,90 m S

LEYENDA

- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (SKID)
- CENTRO CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)
- SEGUIDOR SOLAR 90 MODULOS (3 series)
- SEGUIDOR SOLAR 60 MODULOS (2 series)
- OFICINAS Y AUXILIARES DE OBRA
- CAMINO
- VALLADO PERIMETRAL
- VALLADO SKID Y CPM
- PANTALLA VEGETAL
- LÍMITE PARCELA
- ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA
- ZONA DE BARBECHO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número 2507552/01 el día 1/07/2025. Puede validar el documento FV1312 4988-5BB12 en https://sede.electronica.madrid.org/CSV
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA, Colegiado nº 21.929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	IMPLANTACIÓN GENERAL
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	1/2.500	A3	01 de 03	Ra0

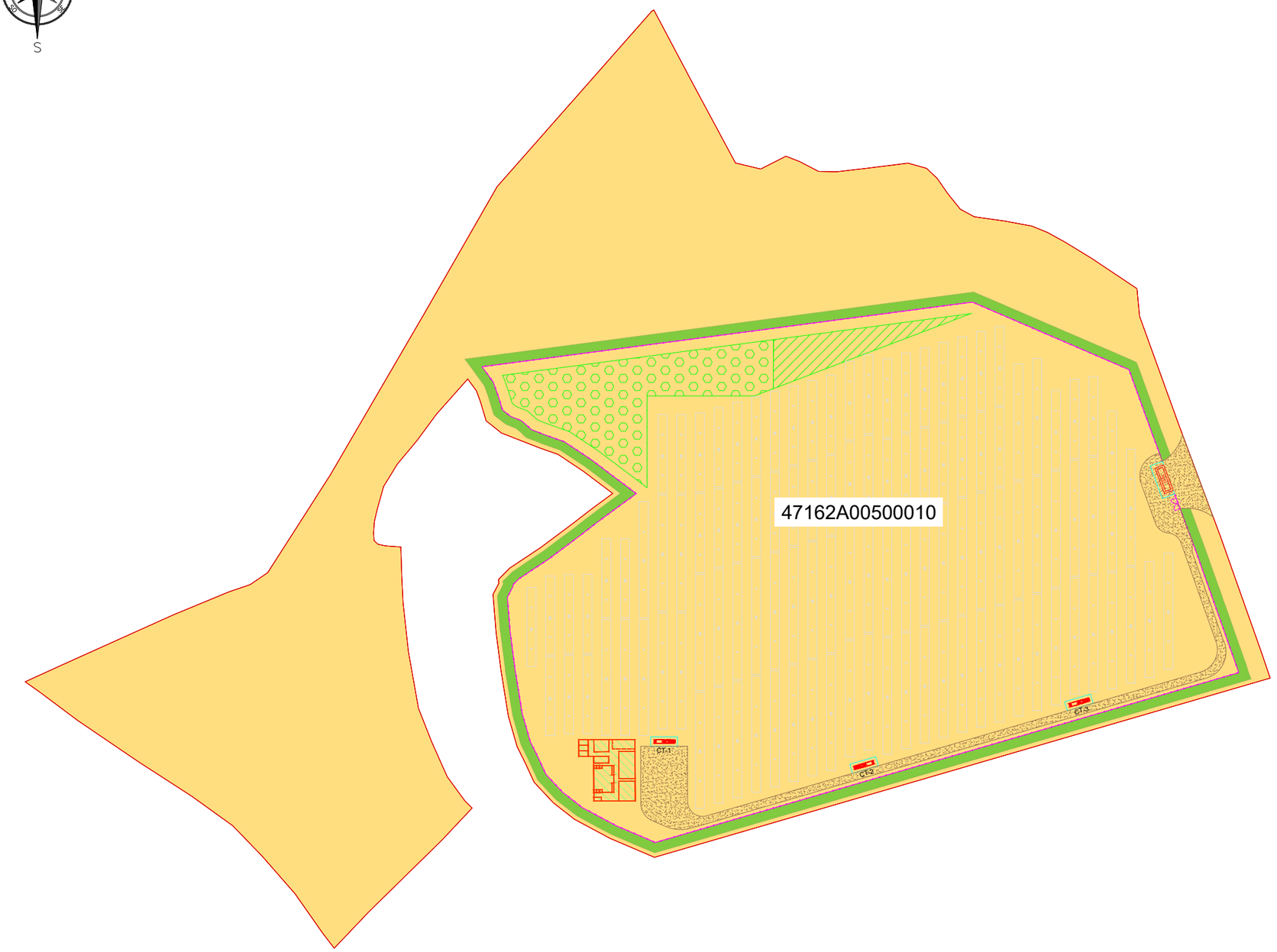
TÉRMINO MUNICIPAL	REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA
SIMANCAS (VALLADOLID)	47162A00500010	5	10

RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS POR EL PROYECTO. TÉRMINO MUNICIPAL DE SIMANCAS (VALLADOLID)

POLÍGONO	PARCELA	SUPERFICIE TOTAL (Ha)	SUPERFICIE USADA (Ha)
5	10	15,230	8,724
	TOTAL	***15,230***	***8,724***

SUPERFICIE OCUPADA POR LOS EQUIPOS

Item	Superficie Unitaria (m2)	Cantidad	Sup. Total (Ha)
SEGUIDORES 3 series	297	59,0	1,752
SEGUIDORES 2 series	202	50,0	1,010
CENTRO DE INVERSORES (SKID)	17	3,0	0,005
CPM	17	1,0	0,002
	TOTAL		2,768
G.C.R.		***31,7%***	



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13F002GRa0-Implantación General.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	PARCELARIO
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	1/2.500	A3	02 de 03	Ra0



COORDENADAS VALLADO ETRS89 - UTM30		
Vértice	X	Y
1	347425,59	4607966,39
2	347459,78	4607870,98
3	347148,03	4607780,21
4	347099,01	4607807,04
5	347081,63	4607834,12
6	347069,4	4607911,2
7	347138,24	4607966,54
8	347066,76	4608011
9	347055,87	4608034,26
10	347317,61	4608068,78
11	347401,24	4608032,71
12	347419,13	4607983,22

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

PV0066|PF13F002GRa0-Implantación General.dwg
ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	VALLADO COORDENADAS
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	002	1/2.000	A3	03 de 03	Ra0



PV0066|PF13F003GRa0-Afecciones.dwg
TODA LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	AFECCIÓN LINDEROS Y CAMINOS
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	003	1/2.000	A3	01 de 06	Ra0



LEYENDA

- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (SKID)
- CENTRO CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)
- SEGUIDOR SOLAR 90 MODULOS (3 series)
- SEGUIDOR SOLAR 60 MODULOS (2 series)
- OFICINAS AUXILIARES DE OBRA
- CAMINO
- VALLADO PERIMETRAL
- VALLADO SKID Y CPM
- PANTALLA VEGETAL
- LÍMITE PARCELA
- ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA
- ZONA DE BARBECHO
- CAMINO DE SANTIAGO
- TRAZADO ZANJAS BT
- TRAZADO ZANJAS MT

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
en la sede electrónica con el CSV: FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066|PF13F003GRa0-Afecciones.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

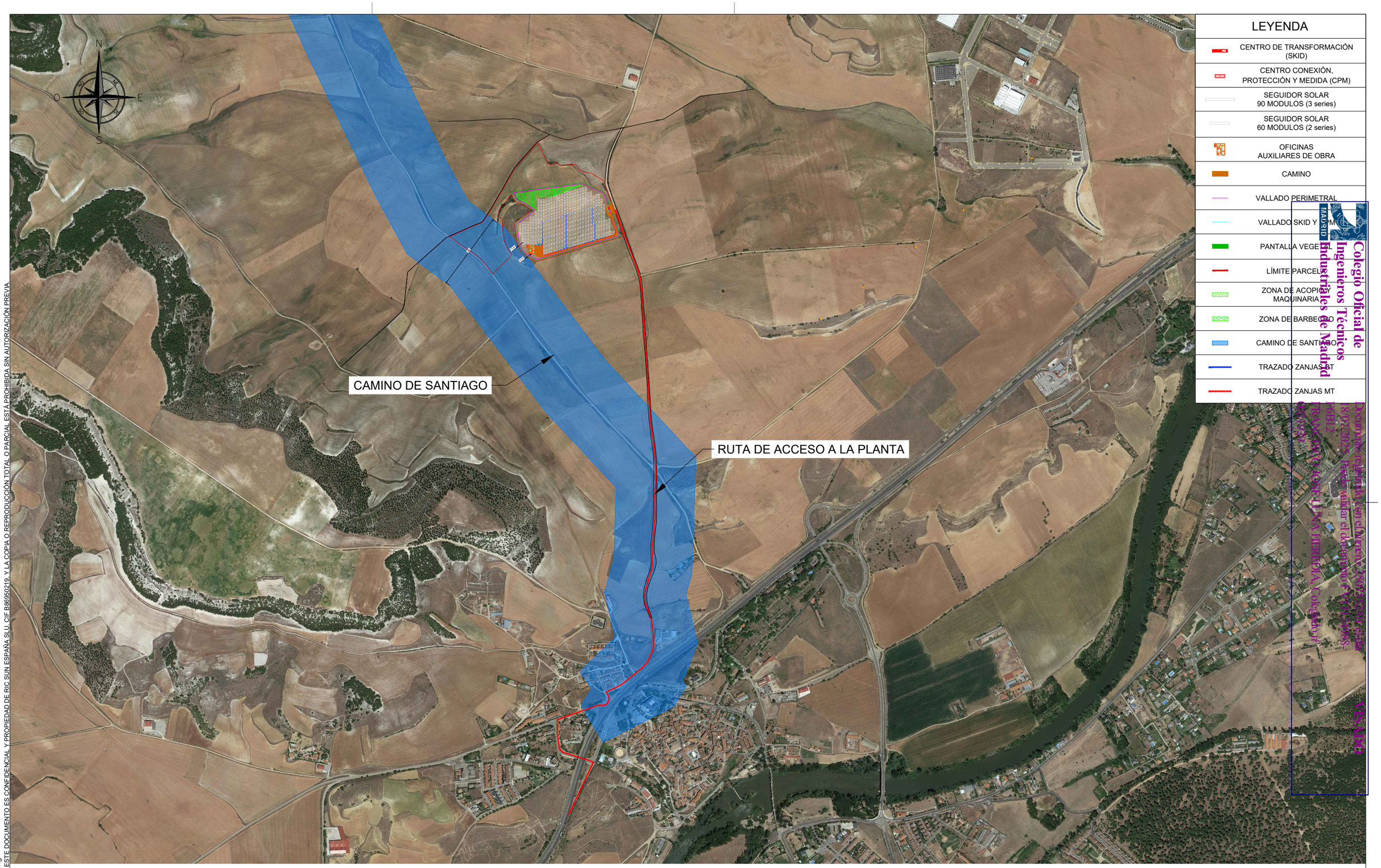
PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

TÍTULO PLANO: AFECCIÓN CAMINO DE SANTIAGO

DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	003	1/2.500	A3	02 de 06	Ra0



LEYENDA

- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (SKID)
- CENTRO CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)
- SEGUIDOR SOLAR 90 MODULOS (3 series)
- SEGUIDOR SOLAR 60 MODULOS (2 series)
- OFICINAS AUXILIARES DE OBRA
- CAMINO
- VALLADO PERIMETRAL
- VALLADO SKID Y CPM
- PANTALLA VEGETAL
- LÍMITE PARCELA
- ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA
- ZONA DE BARBECHO
- CAMINO DE SANTIAGO
- TRAZADO ZANJAS BT
- TRAZADO ZANJAS MT

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el nº 18/07/2025/B12
Puede validar el documento en: https://www.coitim.es
Colegiado: FRANCISCO LUNA HEREDIA
VISADO

PV0066\PF13F003GRa0-Afecciones.dwg
ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA
TODA LA INFORMACION CONTENIDA EN

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	AFECCIÓN CAMINO DE SANTIAGO
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	003	1/2.500	A3	03 de 06	Ra0

PV0066|PF13F003GRa0-Afecciones.dwg
TODA LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA



LEYENDA

- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (SKID)
- CENTRO CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)
- SEGUIDOR SOLAR 90 MODULOS (3 series)
- SEGUIDOR SOLAR 60 MODULOS (2 series)
- OFICINAS AUXILIARES DE OBRA
- CAMINO
- VALLADO PERIMETRAL
- VALLADO SKID Y CPM
- PANTALLA VEGETAL
- LÍMITE PARCELA
- ZONA DE ACOPIO MAQUINARIA
- ZONA DE BARBECHO
- DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
- SERVIDUMBRE
- ZONA DE POLICÍA
- TRAZADO ZANJAS BT
- TRAZADO ZANJAS MT

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00819225
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

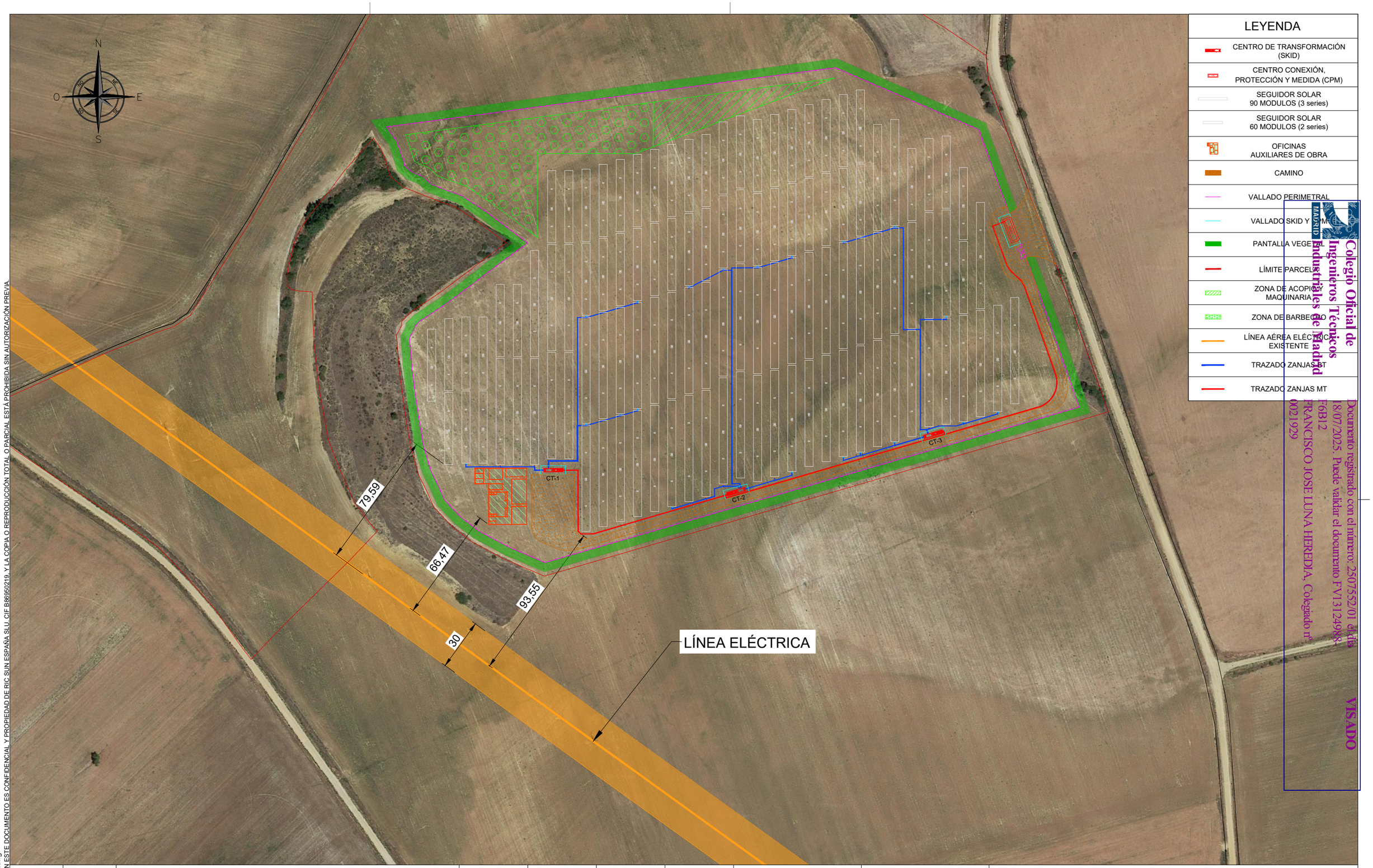
RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	AFECCIÓN ARROYOS CON PFV
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	003	1/2.500	A3	04 de 06	Ra0



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 de fecha 18/07/2025. Puede validar el documento FV1312498826B12 en https://sede.electronica.madrid.org
Firmado por: FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº: 0021929
VISADO

PV0066\PF13F003GRa0-Afecciones.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

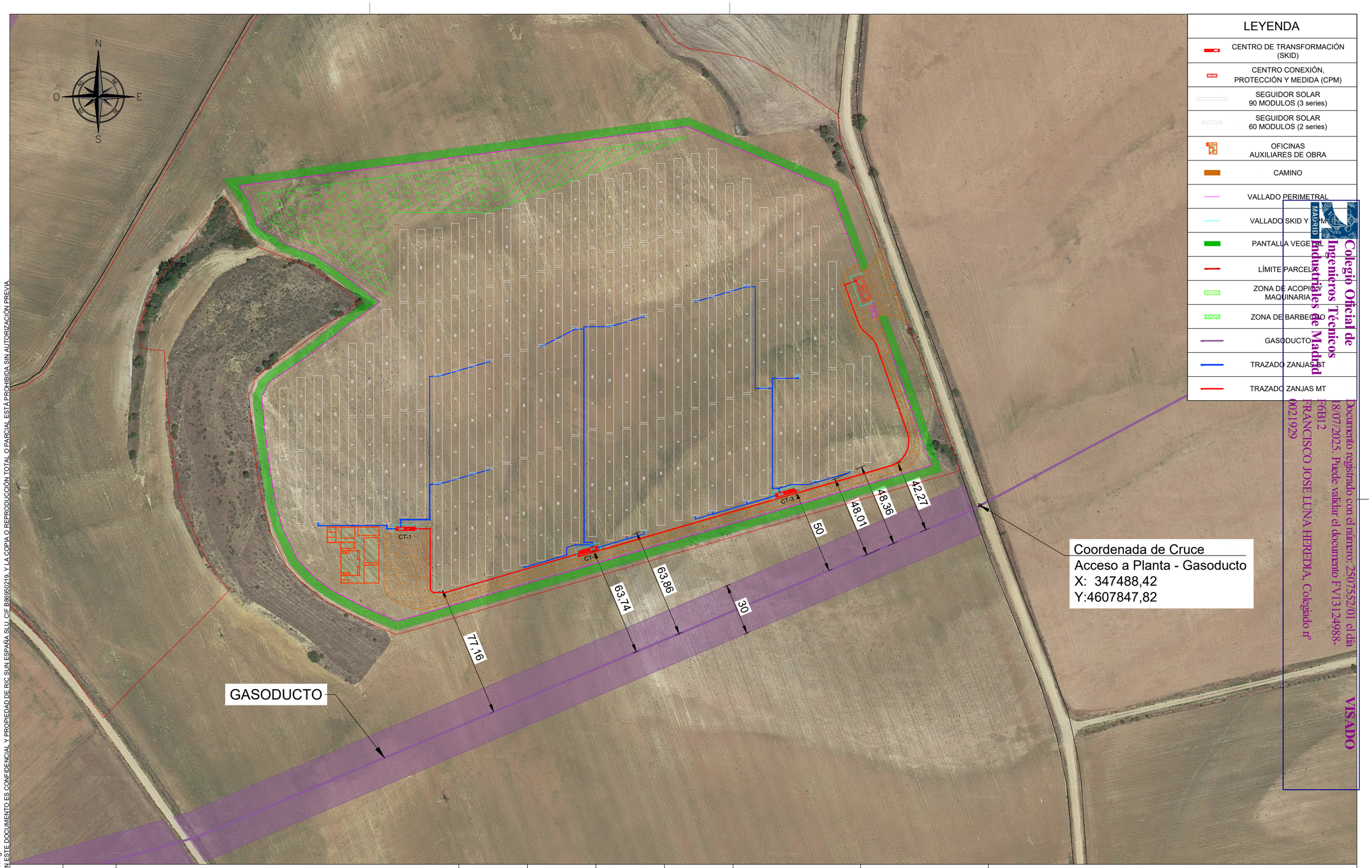
PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

TÍTULO PLANO: AFECCIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS

DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0066	003	1/2.000	A3	05 de 06	Ra0



LEYENDA

- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (SKID)
- CENTRO CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)
- SEGUIDOR SOLAR 90 MODULOS (3 series)
- SEGUIDOR SOLAR 60 MODULOS (2 series)
- OFICINAS AUXILIARES DE OBRA
- CAMINO
- VALLADO PERIMETRAL
- VALLADO SKID Y CPM
- PANTALLA VEGETAL
- LÍMITE PARCELA
- ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA
- ZONA DE BARBECHO
- GASODUCTO
- TRAZADO ZANJAS BT
- TRAZADO ZANJAS MT

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066|PF13F003GRa0-Afecciones.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

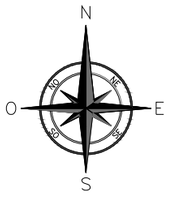
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	AFECCIÓN GASODUCTO
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0066	003	1/2.000	A3	06 de 06	Ra0

PV0066|PF13F004GRa0-Sistemas Seguridad.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

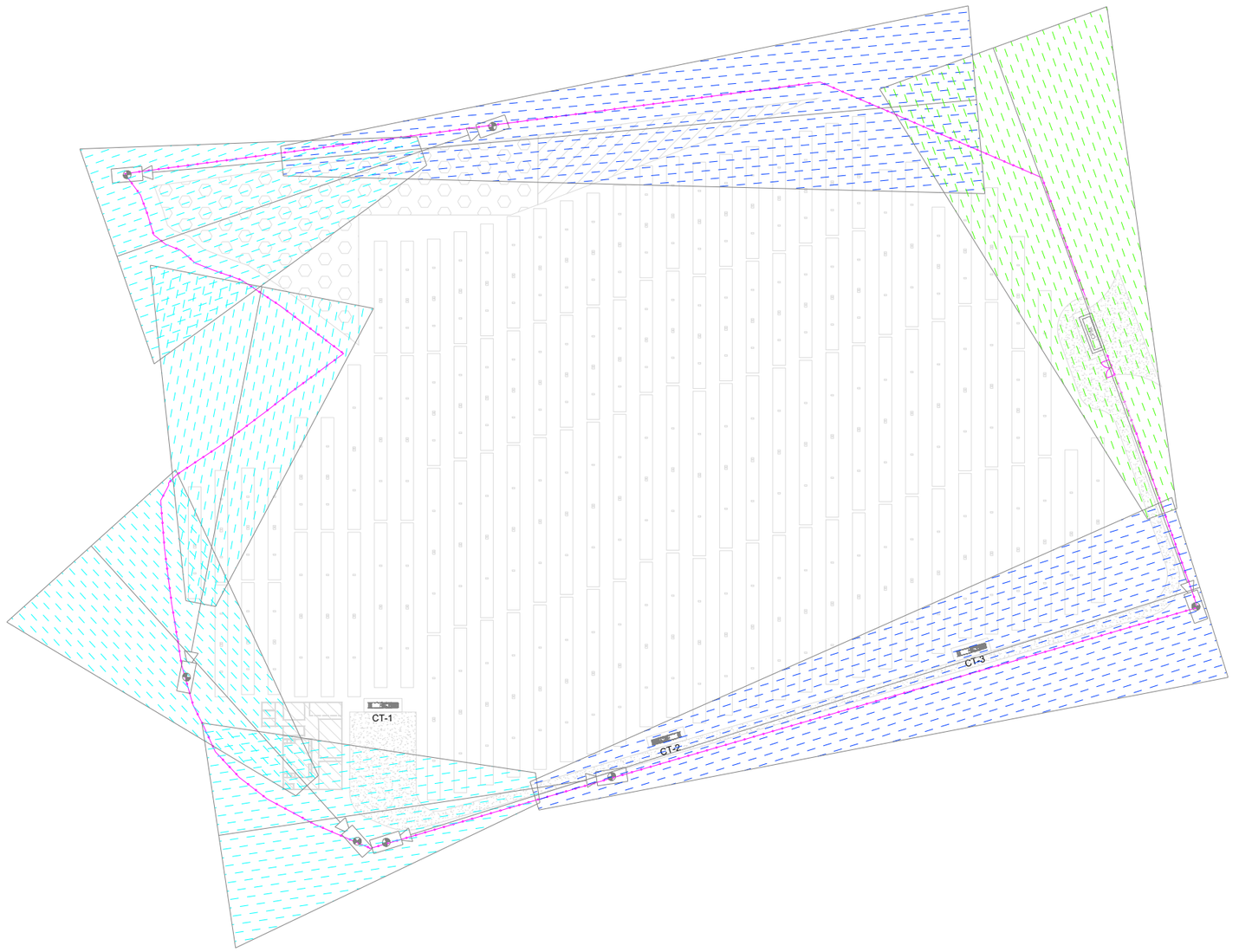


LEYENDA

Cámara térmica de 35 mm (2 ud.)

Cámara térmica de 19 mm (1 ud.)

Cámara térmica de 13 mm (4 ud.)



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

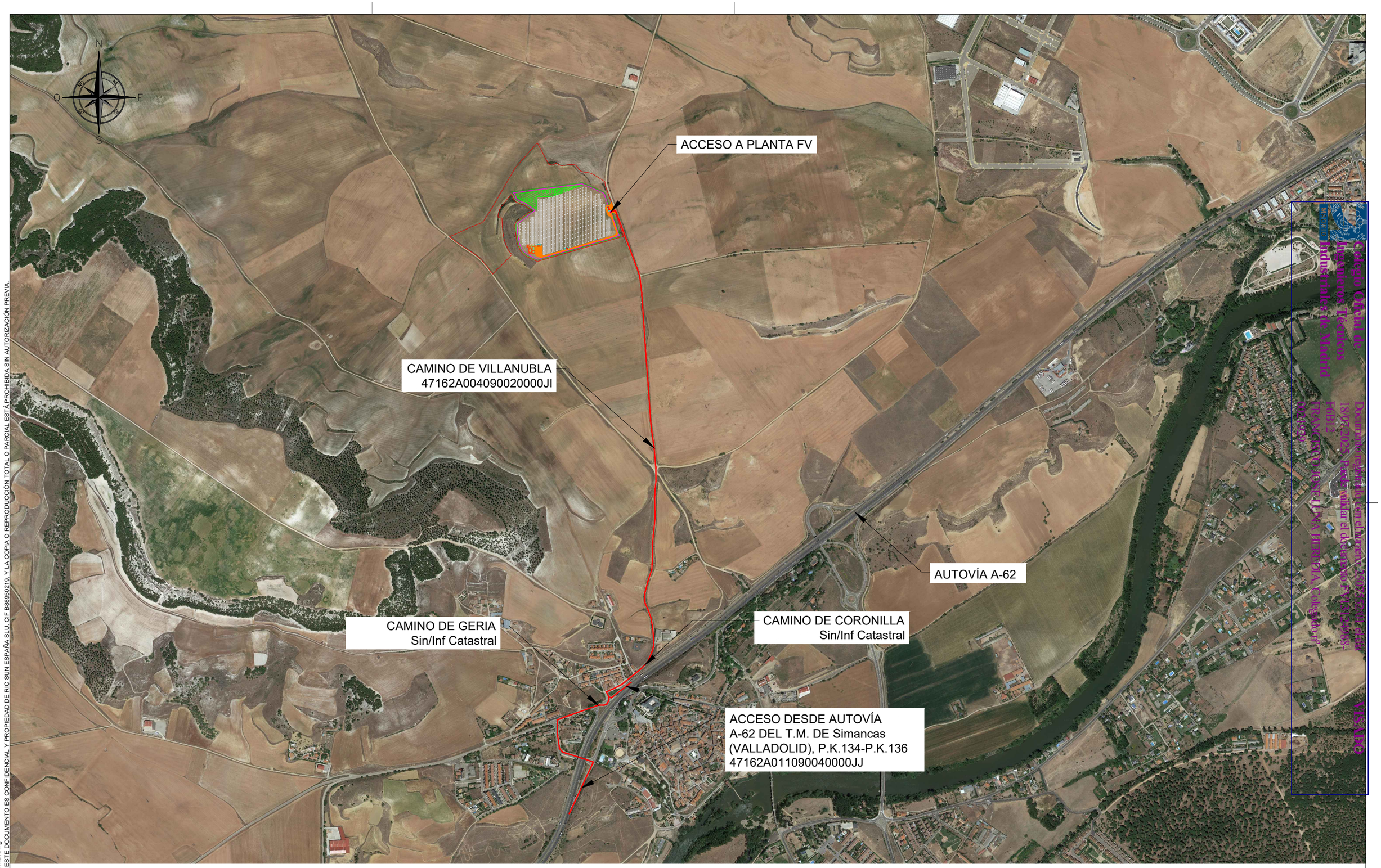
RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	SISTEMAS DE SEGURIDAD
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	004	1/2.000	A3	01 de 01	Ra0



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Nº 21.929
Documento registrado con el nº 18/07/2025
Para validar el documento acceda a la sede electrónica del Colegio
VISADO

PV0066\PF13F005CRa0-Acceso a Planta.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

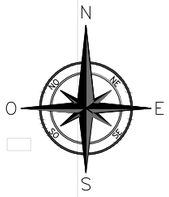
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	ACCESO A LA PLANTA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	005	1/12.500	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F006GRa0-Acopio.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA



Área de acopio de residuos

Almacén de materiales y herramientas / Taller de trabajo

Parking

Fosa séptica o estación de tratamiento

Vestuarios y servicios sanitarios

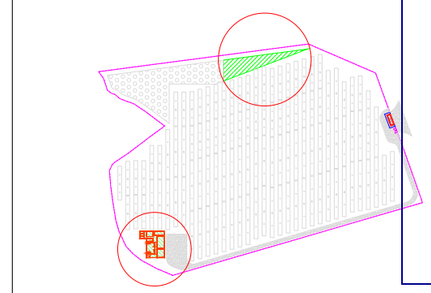
Comedor

Oficinas

Almacenamiento de agua para sanitarios

Zona de Acopios

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-0021929 en https://sede.electronica.madrid.org/cvd
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 21929
VISADO



S/E

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

TÍTULO PLANO: ZONA ACOPIOS Y DE TRABAJOS TEMPORALES

DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	006	1/250	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F007GRa0-RBDA.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

N
O
E
S

OCUPACIÓN PLANTA

OCUPACIÓN ACCESO

47162A00500010

OCUPACIÓN PANTALLA VEGETAL

ACCESO A PLANTA FV

CAMINO DE VILLANUBLA
47162A004090020000JI

AUTOVÍA A-62

CAMINO DE GERIA
Sin/Inf Catastral

CAMINO DE CORONILLA
Sin/Inf Catastral

ACCESO DESDE AUTOVÍA A-62 DEL T.M. DE Simancas (VALLADOLID), P.K.135
47162A011090040000JJ

LEYENDA

- LÍMITE PARCELA
- VALLADO PERIMETRAL
- PUERTA ACCESO
- SERVIDUMBRE DE ACCESO
- OCUPACIÓN PSFV
- OCUPACIÓN PANTALLA VEGETAL
- RUTA DE ACCESO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento visado con fecha 18/07/2025 Puede validar el documento FV13124988.
F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

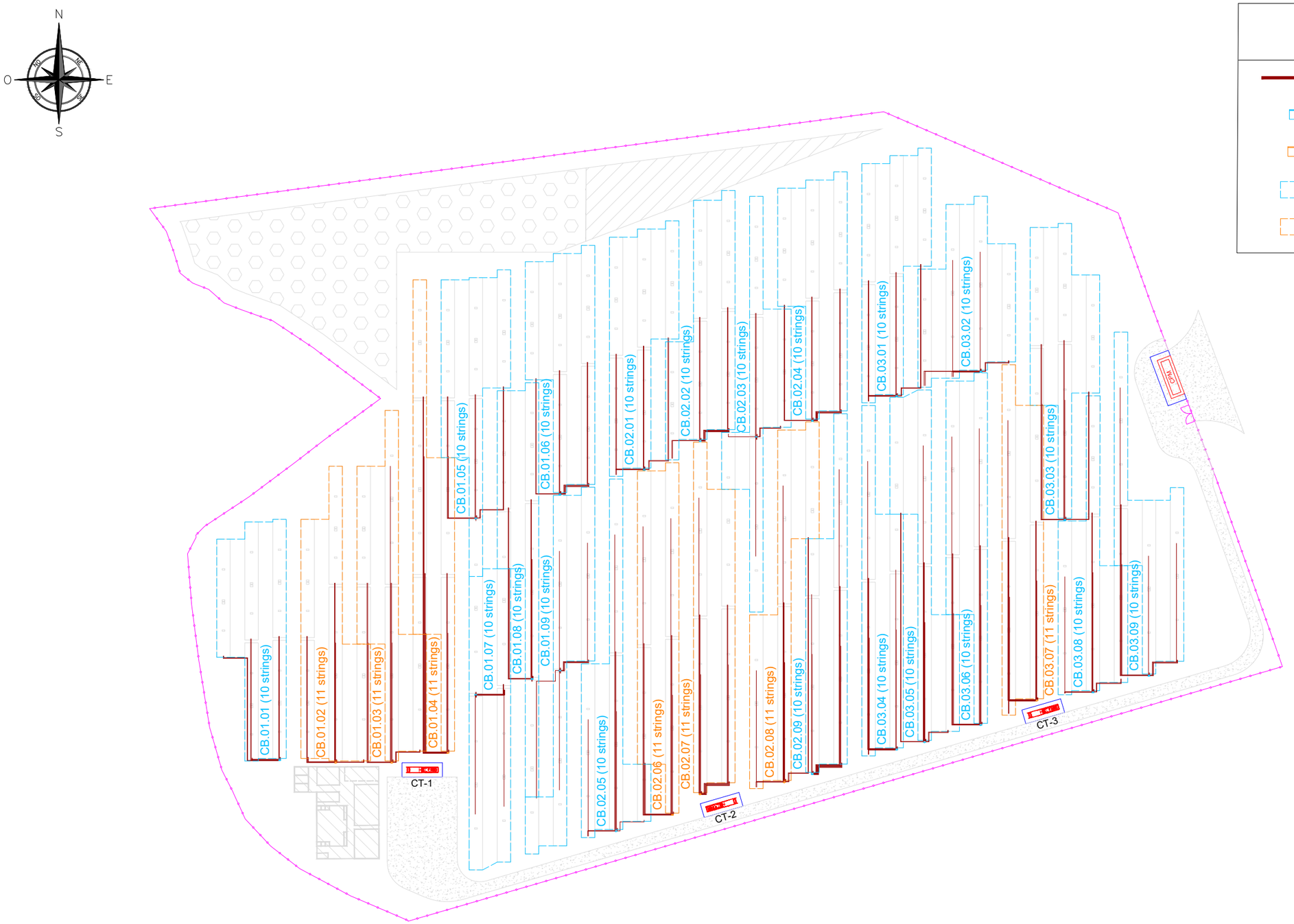
TÍTULO PLANO: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0066	007	1/2.500	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F008ERa0-Trazado Cable String.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

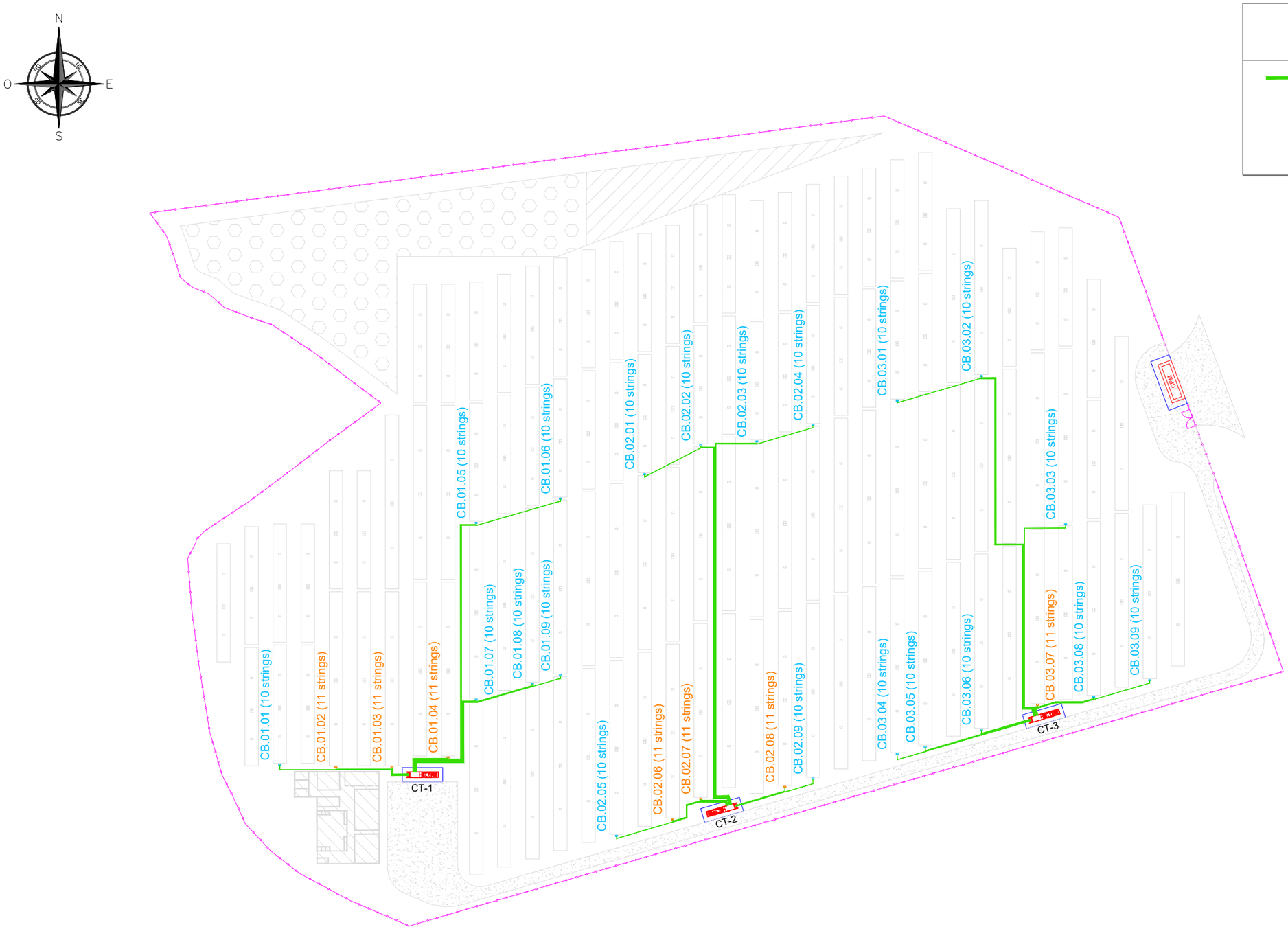
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	TRAZADO CABLE STRING
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	008	1/1.500	A3	01 de 01	Ra0

PV0066|PF13F009ERa0-Trazado Cable DC.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	TRAZADO CABLE DC
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

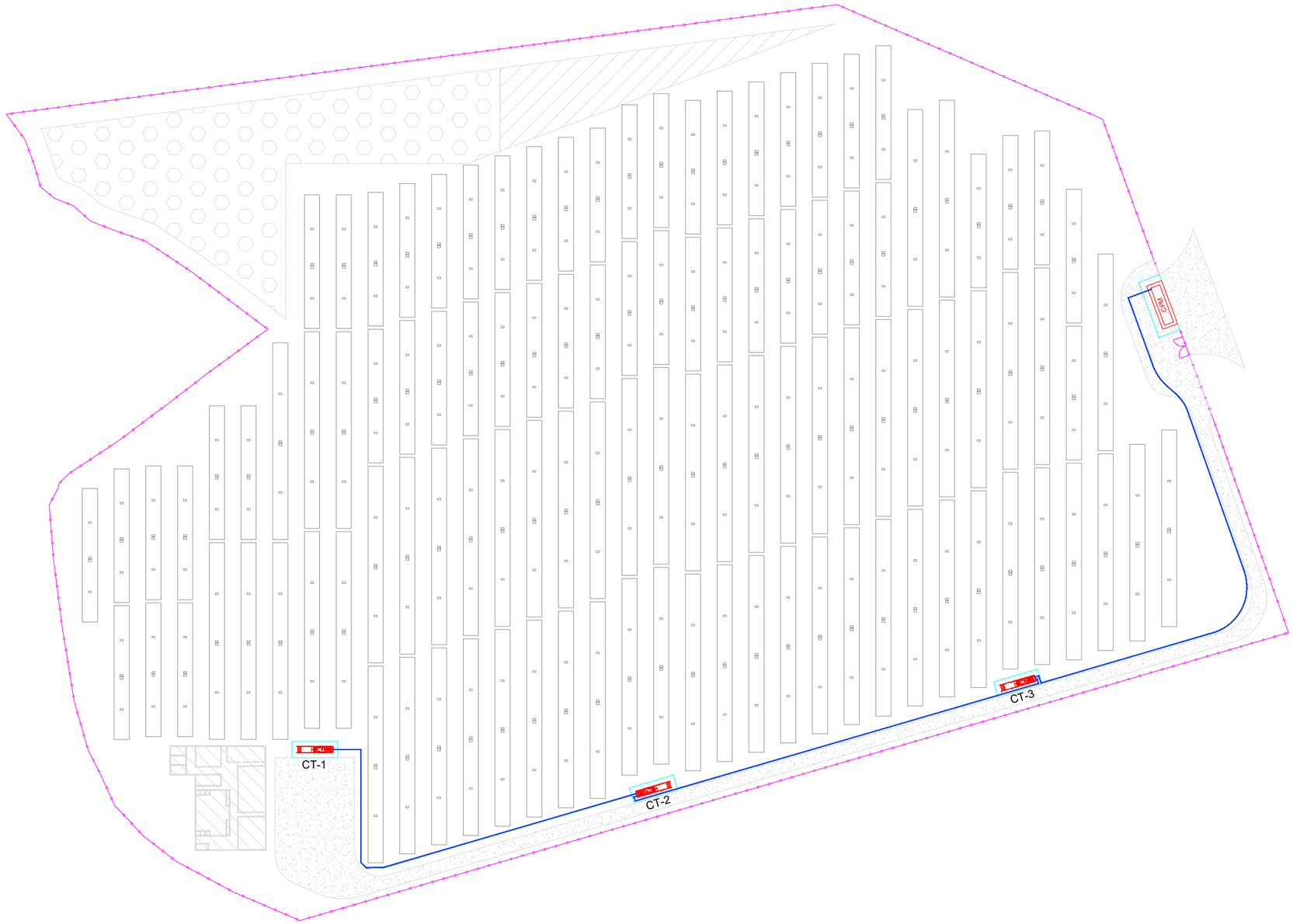
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	009	1/1.500	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F010ERa0-Trazado Cable MT.dwg
TODA LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

N
O
E
S

LEYENDA

L.S.M.T 3x1x70-400 mm2 AL RHZ1 12/20kV



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

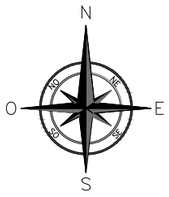
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	TRAZADO CABLE MT
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0066	010	1/1.500	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F011ERa0-Puesta a Tierra.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



LEYENDA

- Cable Cu desnudo 35 mm² en zanjas de baja tensión
- Cable Cu desnudo 50 mm² en zanjas de media tensión
- Cable Cu desnudo 10 mm² en unión entre seguidores
- Pica de puesta a tierra



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	PUESTA A TIERRA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	011	1/1.500	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F012ERa0-Esquema Unifilar BT.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

CB01
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
10 STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
10 strings
10 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
10 strings de 30 modulos por string

CB02
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
11STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
11 strings
11 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
11 strings de 30 modulos por string

CB03
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
11STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
11 strings
11 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
11 strings de 30 modulos por string

CB04
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
11STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
11 strings
11 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
11 strings de 30 modulos por string

CB05
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
10 STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
10 strings
10 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
10 strings de 30 modulos por string

CB06
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
10 STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
10 strings
10 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
10 strings de 30 modulos por string

CB07
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
10 STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
10 strings
10 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
10 strings de 30 modulos por string

CB08
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
10 STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
10 strings
10 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
10 strings de 30 modulos por string

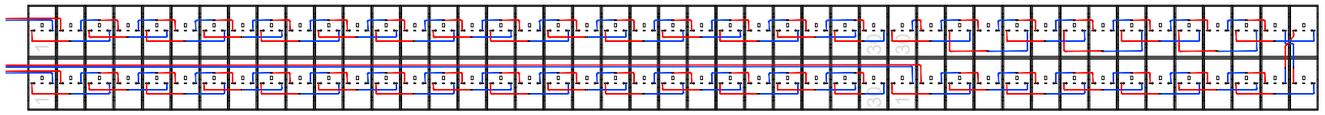
CB09
COMBINACIÓN TÍPICA DE CIRCUITOS:
10 STRINGS DE TSM-NEG21C.20 - 720W
CUADRO FUSIBLES GPV
1 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
2 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
10 strings
10 30 2 1 2x1x6-10mm² Cu
20A
400 A 1500 V DC
10 strings de 30 modulos por string

INVERSOR CT-1
Power Electronics HEMK FS1910K

2x1x400mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV +
2x1x400mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV +
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV +
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV +
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV +
2x1x400mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV +
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV +
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV +
350 A
= ~

2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
2x1x400mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
2x1x400mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
2x1x400mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
2x1x240mm² Al XLPE 1,5/1,5 (1,8)kV -
350 A

DETALLE CONEXIONADO DE MODULOS - SEGUIDOR 3 SERIES



LEYENDA	
	COMBINER BOX 10 STRINGS
	COMBINER BOX 11 STRINGS
	FUSIBLE DE STRING
	SECCIONADOR DE CORTE EN CARGA
	DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES. 1500 VDC
	INVERSOR
30 2 1	STRING (30 MÓDULOS EN SERIE)

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

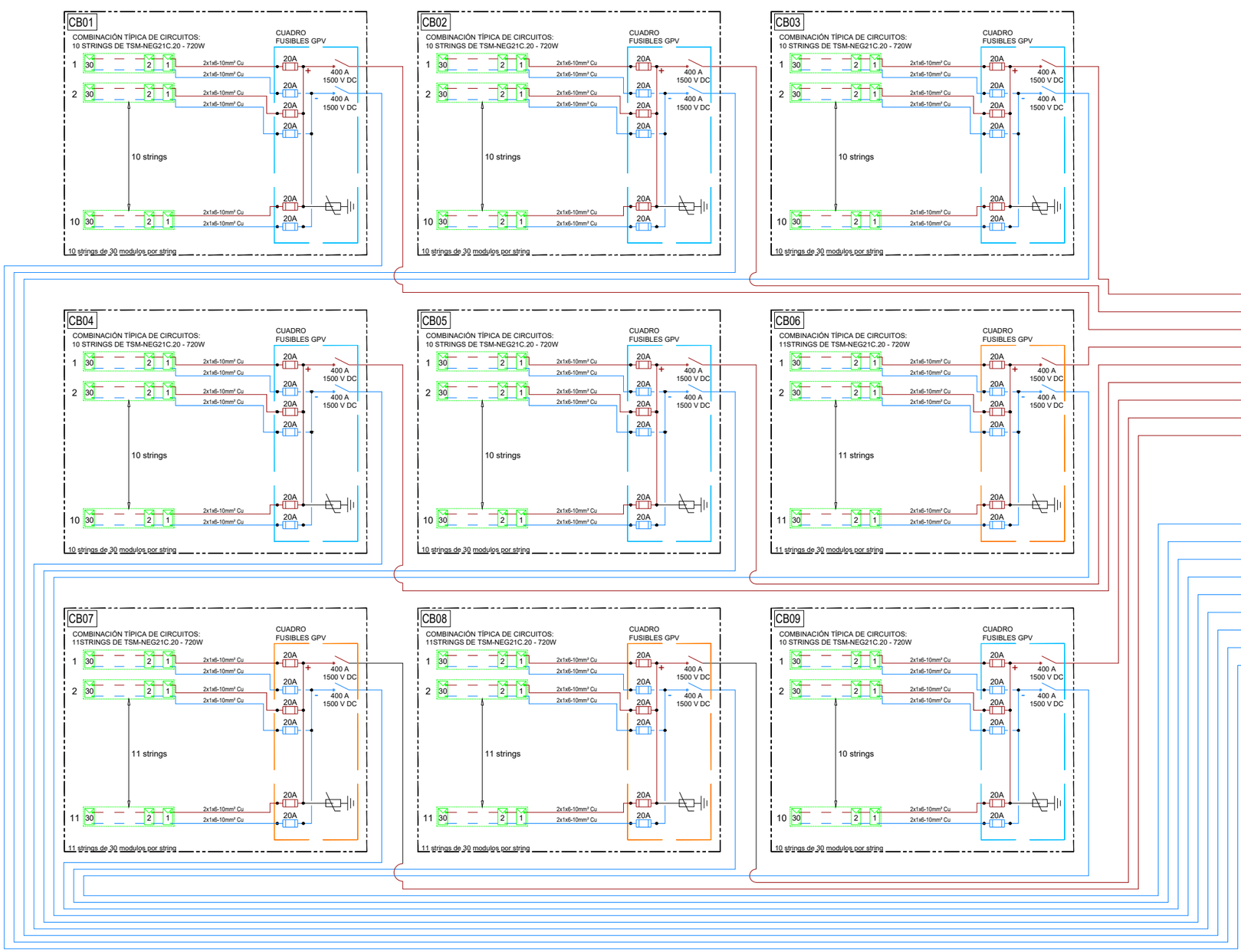
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO: ESQUEMA UNIFILAR BT CT-1
DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

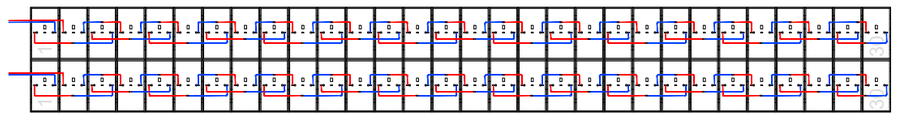
Nº DE PROYECTO: PV0066 | DWG Nº: 012 | ESCALA: S/E | FORMATO: A3 | HOJA: 01 de 03 | REVISIÓN: Ra0

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13F012ERa0-Esquema Unifilar BT.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



DETALLE CONEXIONADO DE MODULOS - SEGUIDOR 2 SERIES



LEYENDA	
	COMBINER BOX 10 STRINGS
	COMBINER BOX 11 STRINGS
	FUSIBLE DE STRING
	SECCIONADOR DE CORTE EN CARGA
	DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES. 1500 VDC
	INVERSOR
	STRING (30 MÓDULOS EN SERIE)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

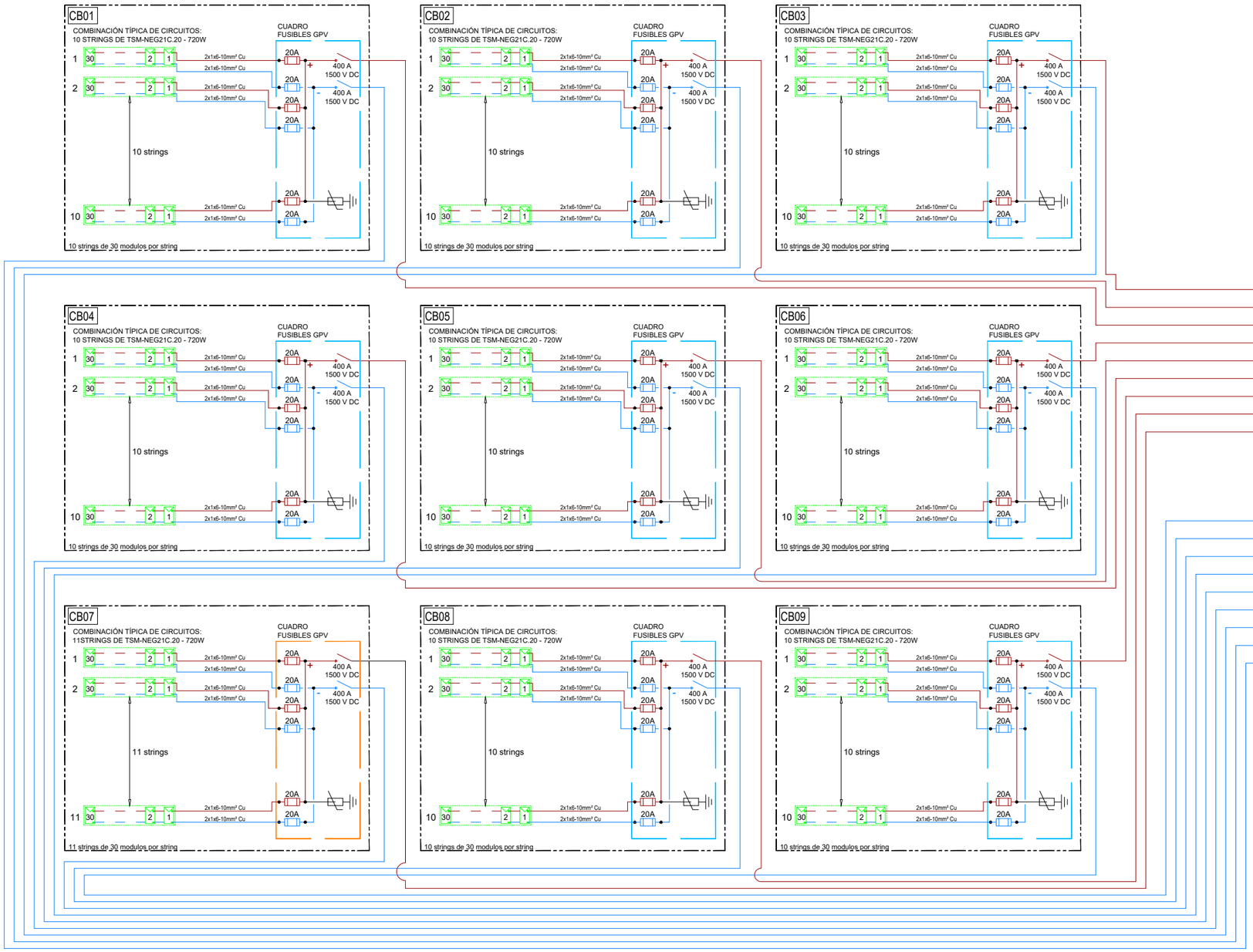
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR BT CT-2
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	012	S/E	A3	02 de 03	Ra0

REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.
PV0066IPF13F012ERa0-Esquema Unifilar BT.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN



LEYENDA	
	COMBINER BOX 10 STRINGS
	COMBINER BOX 11 STRINGS
	FUSIBLE DE STRING
	SECCIONADOR DE CORTE EN CARGA
	DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES. 1500 VDC
	INVERSOR
	STRING (30 MÓDULOS EN SERIE)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

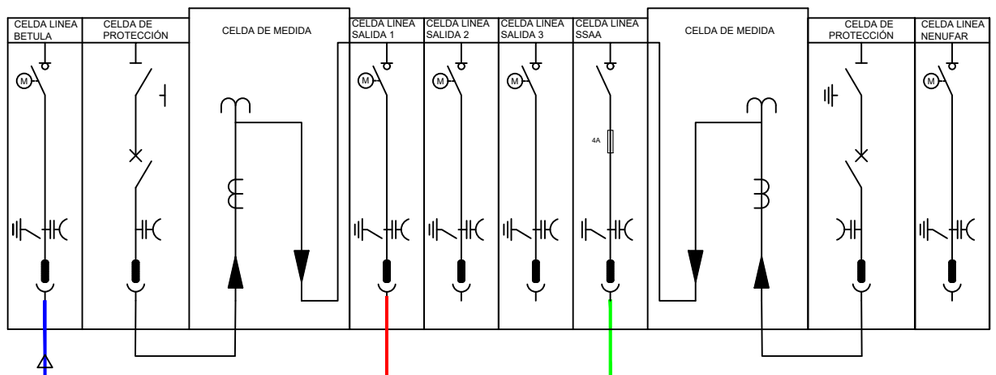
PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR BT CT-3
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	012	S/E	A3	03 de 03	Ra0

COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN

PV0066IPF13F013ERa0-Esquema Unifilar MT.dwg

CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA



CONTADOR DE SSAA
MEDIDA FISCAL
(MEDIDA DIRECTA)

TRANSFORMADOR
SSAA/CS
50 kVA, 13,2/0.4 kV
III+N, Dyn11

LÍNEA DE SSAA

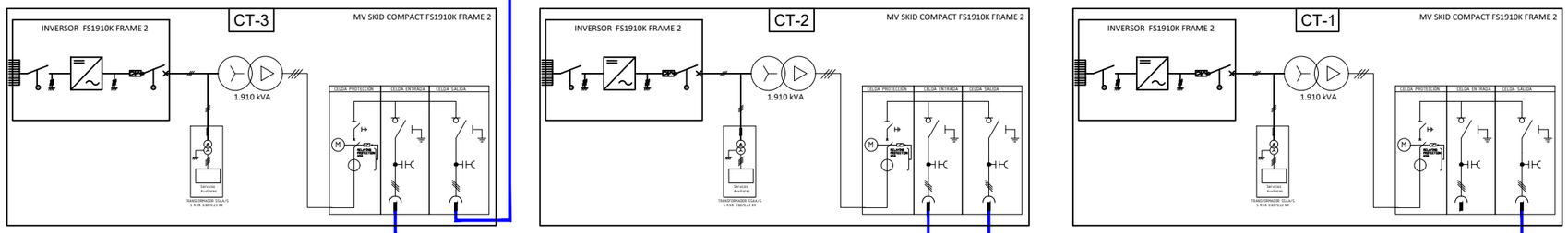
CIRCUITO 1

Objeto de otro Proyecto

LÍNEA DE EVACUACIÓN (13,2kV)

LÍNEAS INTERNAS PSFV (13,2kV)

3x1x400 mm2 AL RHZ1 12/20kV



3x1x185 mm2 AL RHZ1 12/20kV

3x1x70 mm2 AL RHZ1 12/20kV

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

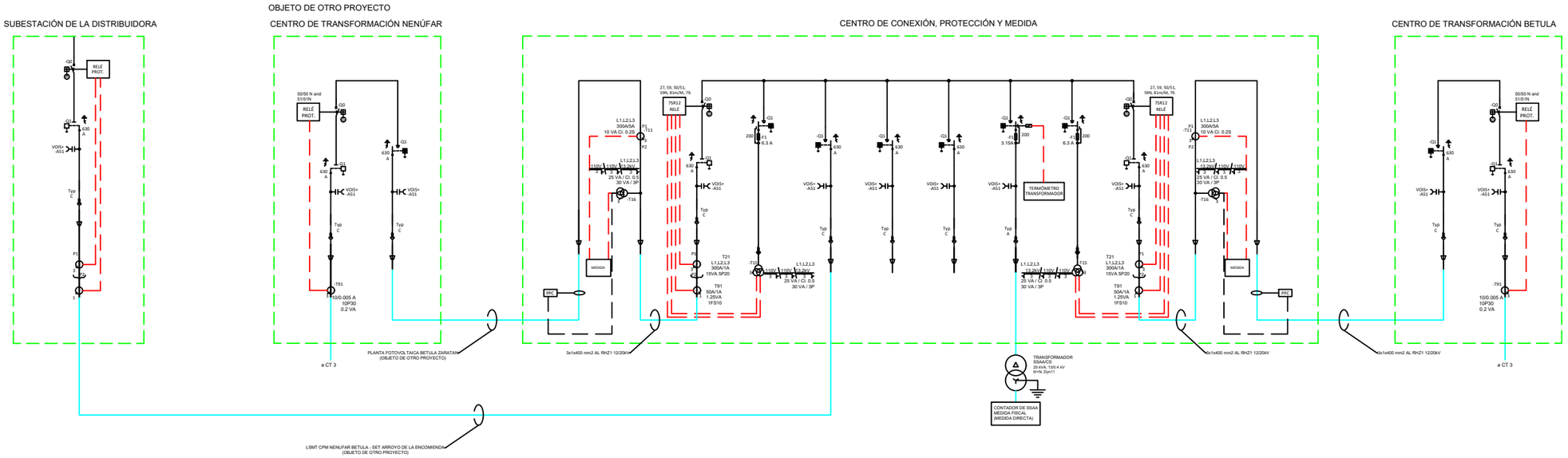
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	013	S/E	A3	01 de 02	Ra0

PV0066IPF13F013ERa0-Esquema Unifilar MT.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA



REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

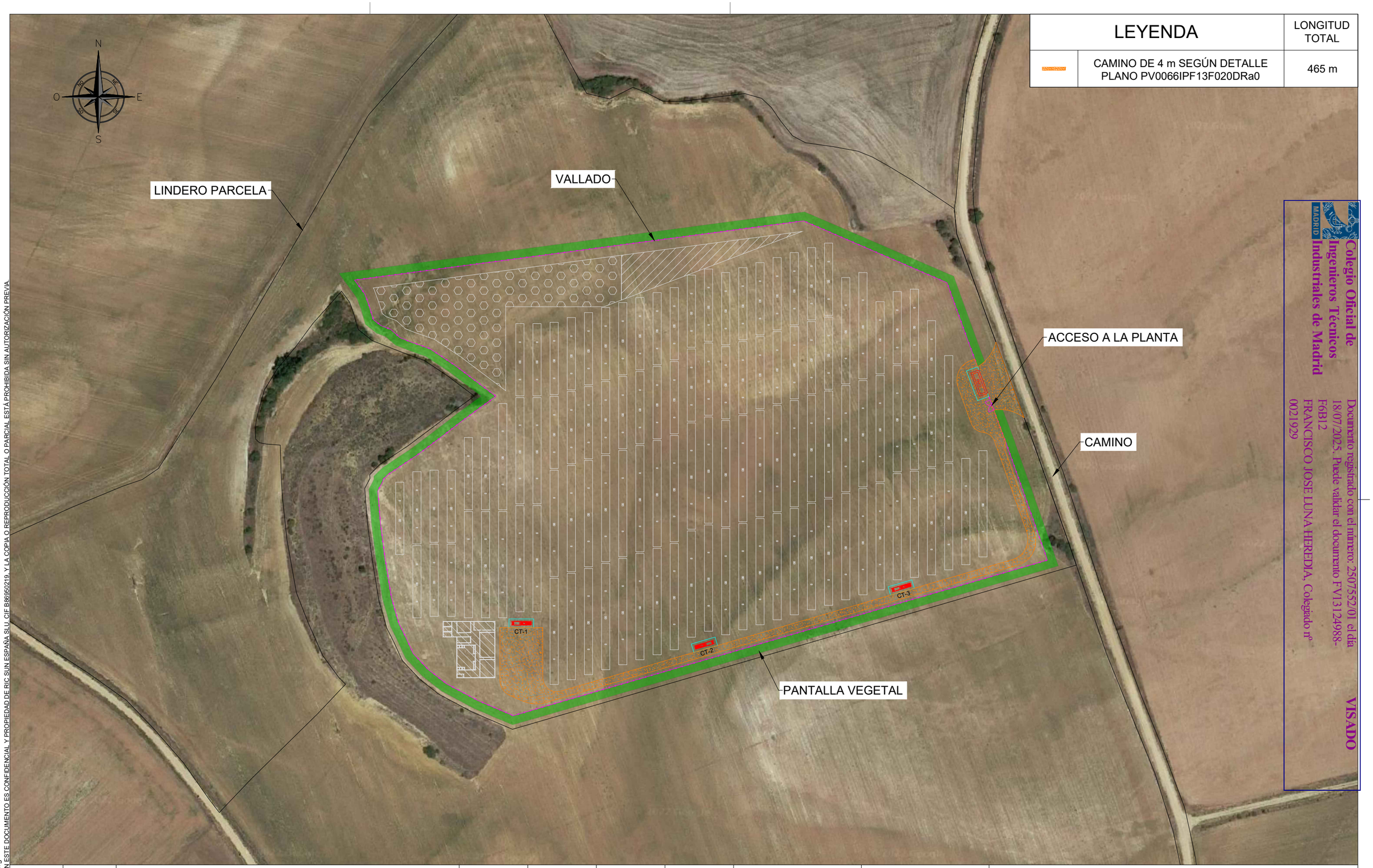
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	013	S/E	A3	02 de 02	Ra0

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO



LEYENDA		LONGITUD TOTAL
	CAMINO DE 4 m SEGÚN DETALLE PLANO PV0066IPF13F020DRa0	465 m

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O

PV0066IPF13F014CRa0-Caminos.dwg

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

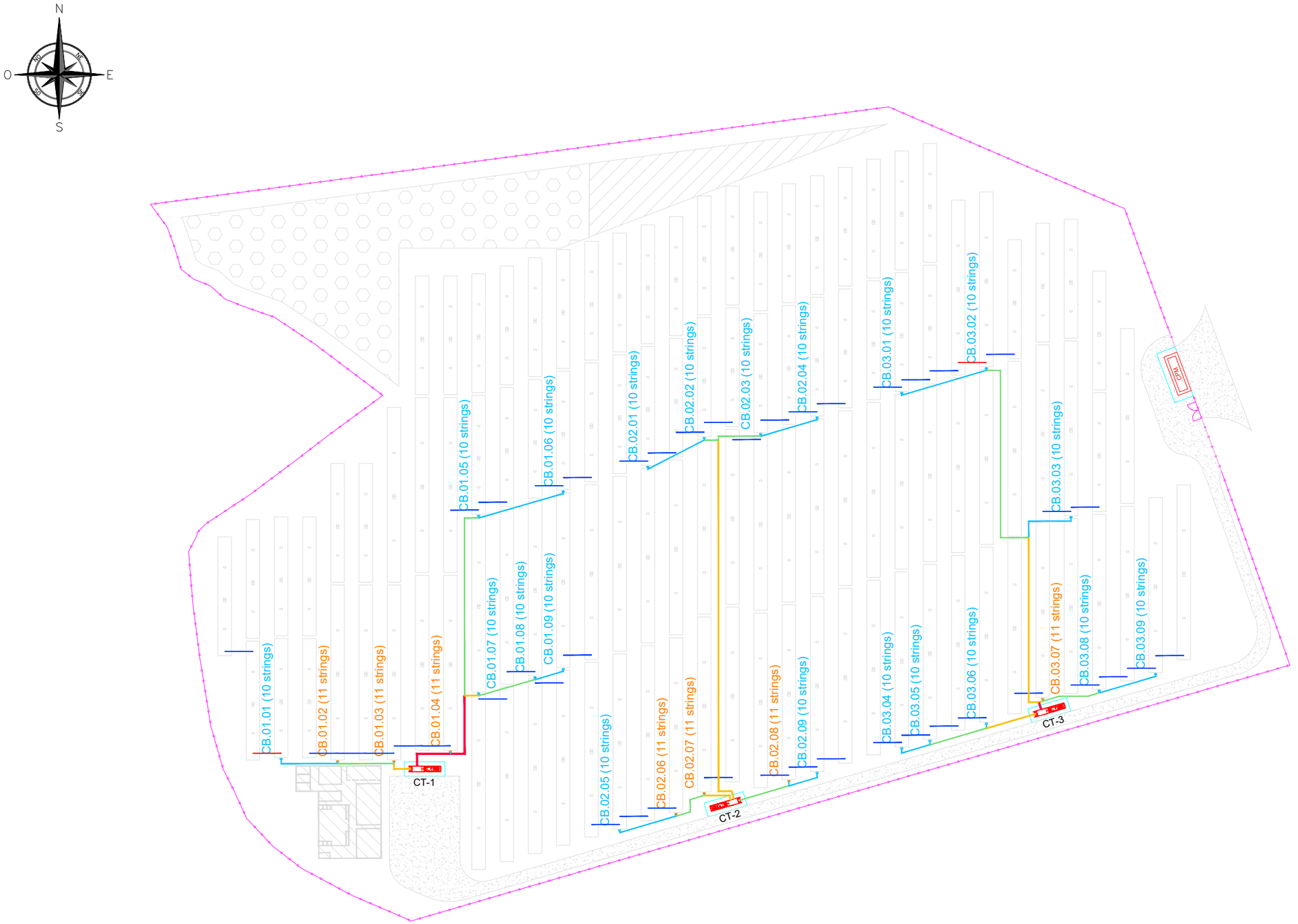
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	CAMINOS
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	014	1/2.000	A3	01 de 01	Ra0

PV0066|PF13F015CRa0-Trazado Zanjas BT.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

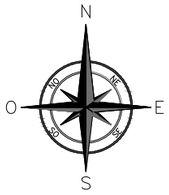
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	TRAZADO ZANJAS BT
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	015	1/1.500	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F016CRa0-Trazado Zanjas MT.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



LEYENDA

- ZANJA MT TIPO 1
- ZANJA MT TIPO 1H
- ZANJA MT TIPO 2



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

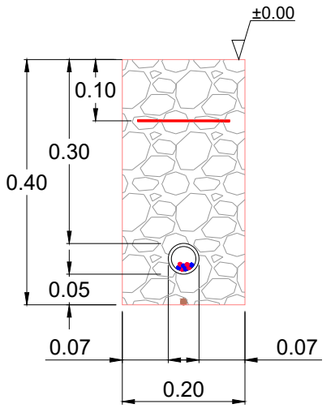
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

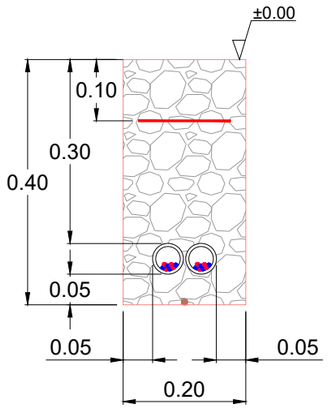
PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	TRAZADO ZANJAS MT
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0066	016	1/1.500	A3	01 de 01	Ra0

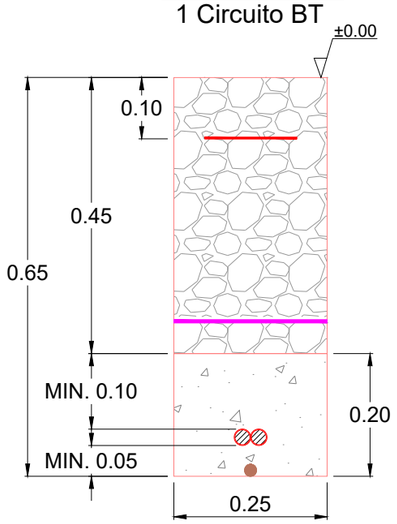
Zanja BT Tipo Str-1
Cable de String



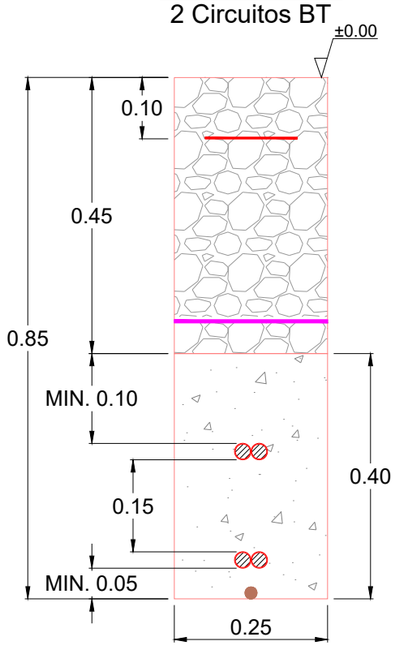
Zanja BT Tipo Str-2
Cable de String



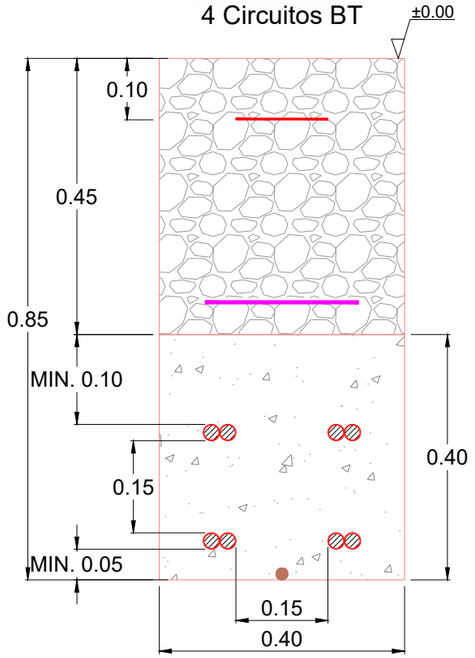
Zanja BT Tipo 1
1 Circuito BT



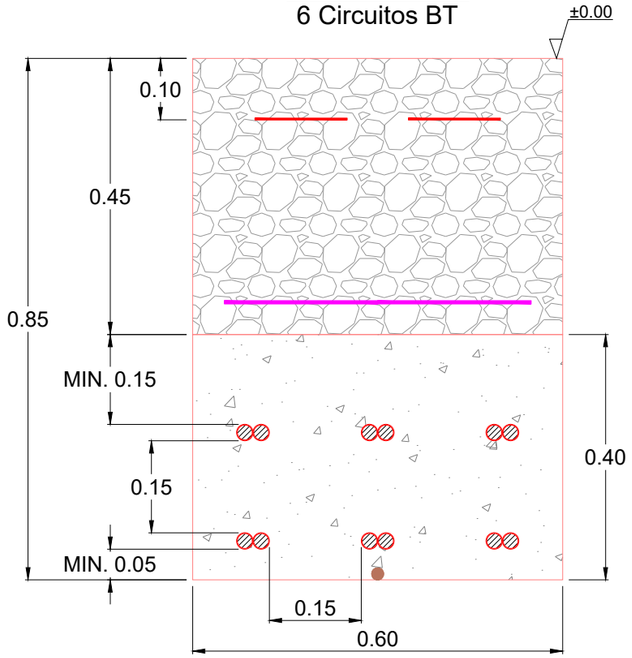
Zanja BT Tipo 2
2 Circuitos BT



Zanja BT Tipo 4
4 Circuitos BT



Zanja BT Tipo 6
6 Circuitos BT



LEYENDA

- Cables BT DC
- Tubo PVC 50mm
- Tubo DP- 110mm
- Cinta de señalización
- Placa de protección mecánica
- Cable de tierra Cu desnudo 35 mm²
- Tierra compactada
- Arena
- Hormigón H15

VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

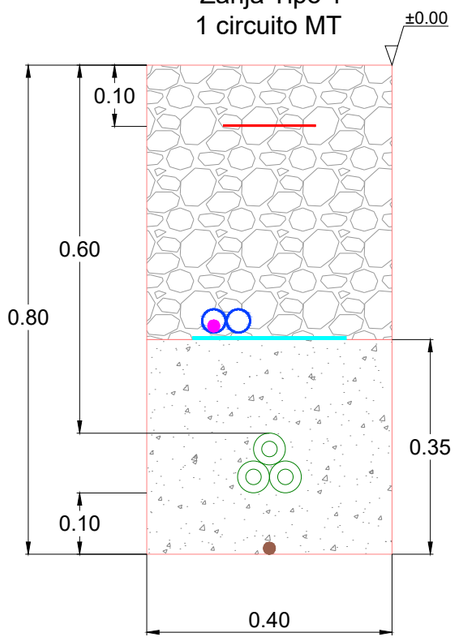
PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	DETALLE DE ZANJAS PARA CIRCUITOS DE BT
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	017	1/10	A3	01 de 01	Ra0

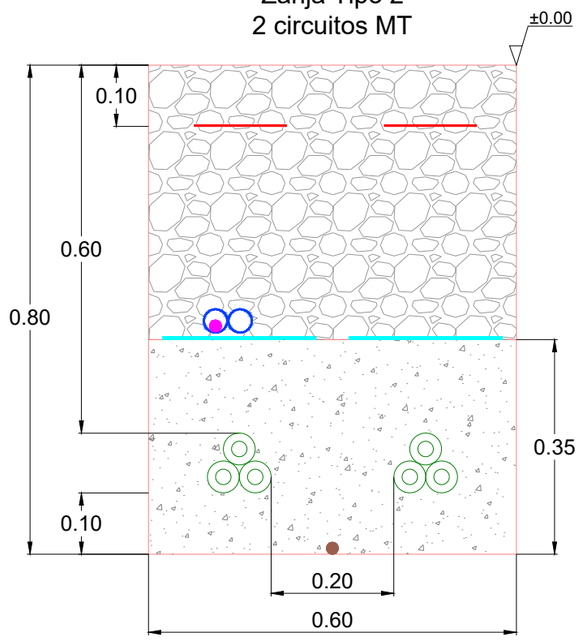
PV0066IPF13F017DRa0-Detalle Zanjas BT.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

PV0066|PF13F018DRa0-Detalle Zanjas MT.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

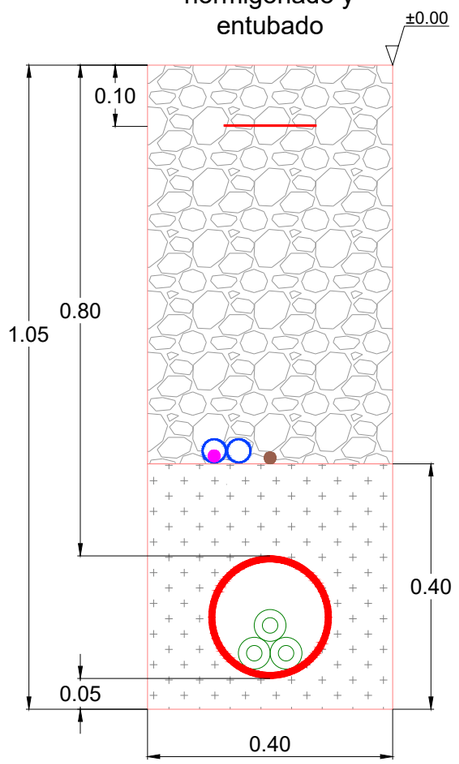
Zanja Tipo 1
1 circuito MT



Zanja Tipo 2
2 circuitos MT



Zanja Tipo 1H
1 circuito MT
hormigonado y
entubado



LEYENDA

Tubo PVC 40	Cables MT (3fases)
Tubo PVC 200	Tierra compactada
Cinta de señalización	Arena
Placa de protección mecánica	Hormigón H15
Cable de tierra Cu desnudo	Cable de comunicación

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

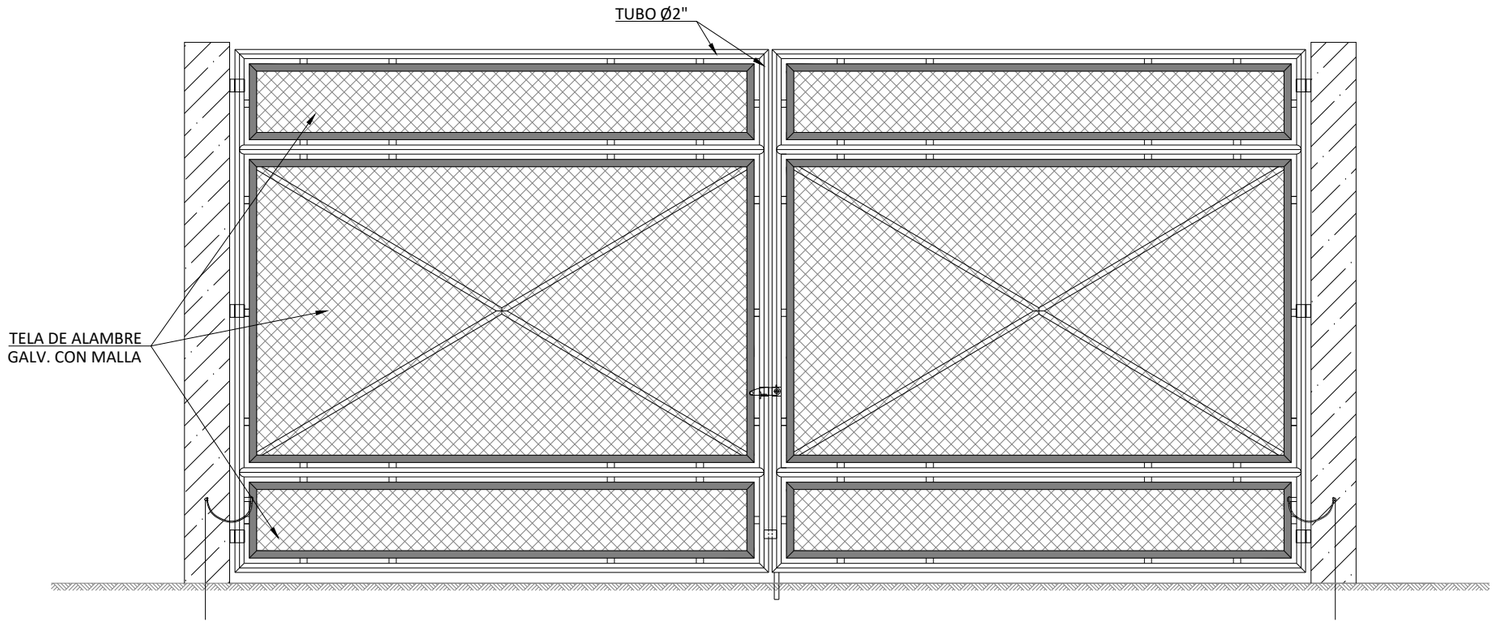
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	DETALLE DE ZANJAS PARA CIRCUITOS DE MT
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

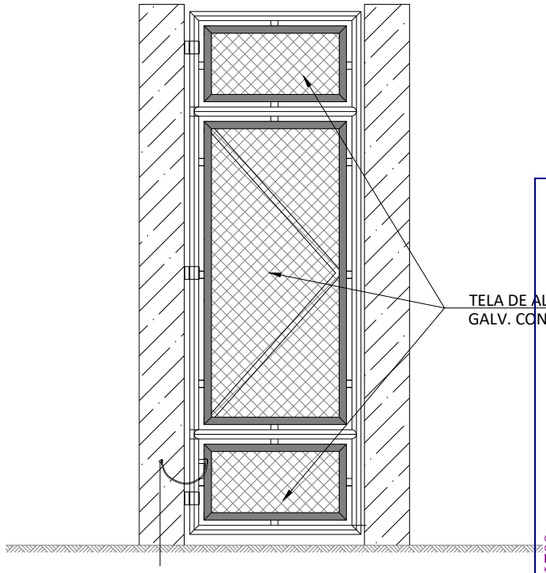
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	018	1/10	A3	01 de 01	Ra0

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

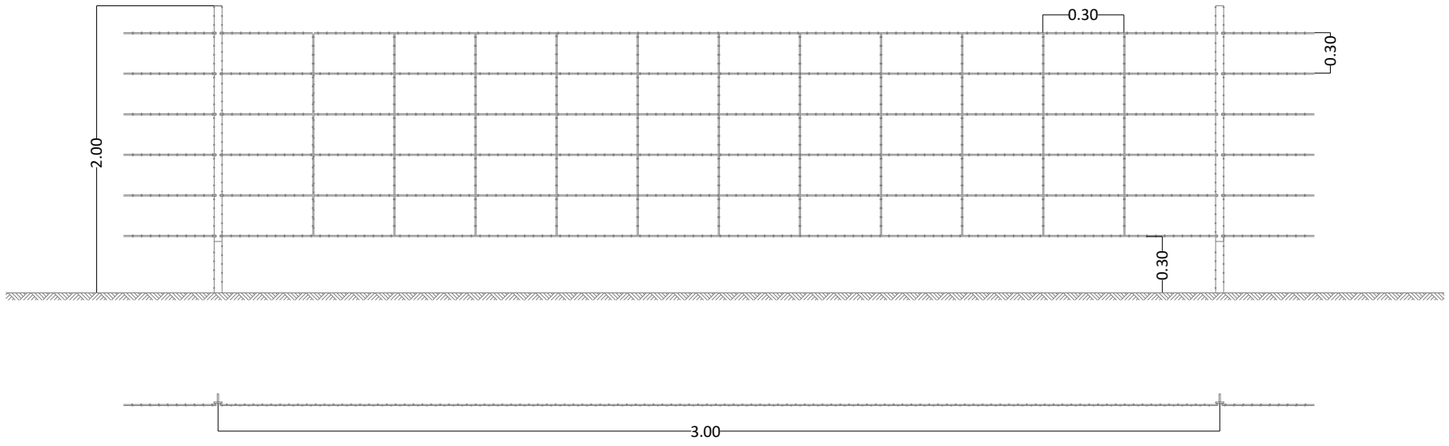
PORTONES DE ENTRADA Y VALLADO



PUERTA PARA VEHÍCULOS



PUERTA PARA PERSONAS



VALLA CINEGÉTICA (S/E)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13F019DRa0-Detalle de Vallado.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

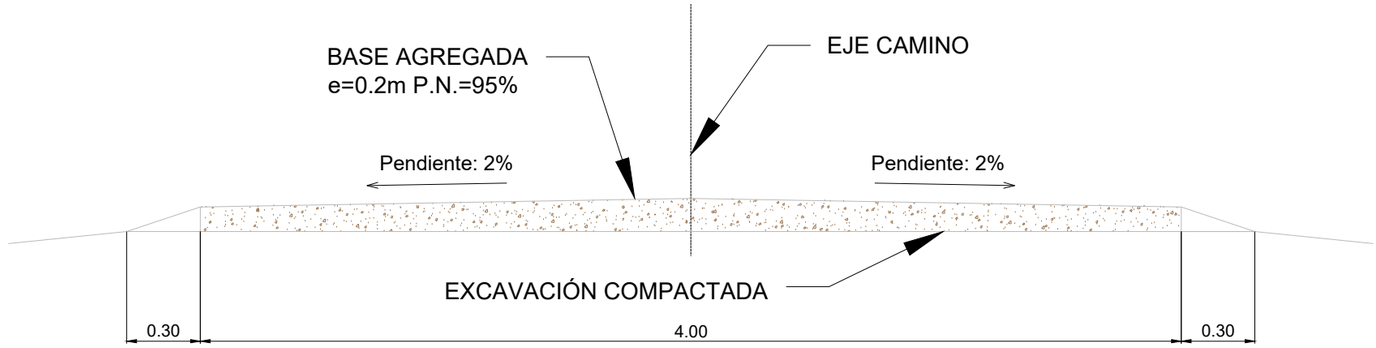
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	DETALLE VALLADO
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0066	019	S/E	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F020DRa0-Detalle Camino.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

DETALLE CAMINO INTERIOR



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

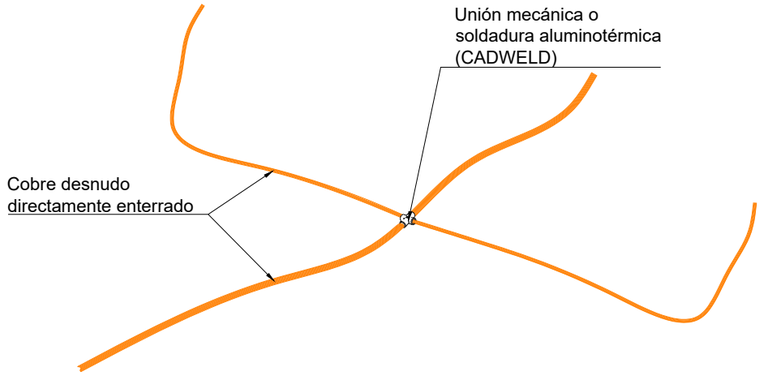
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

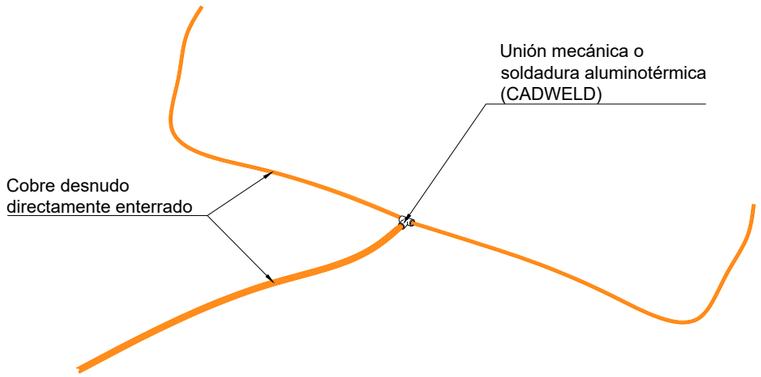
PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	DETALLE DE CAMINO
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0066	020	S/E	A3	01 de 01	Ra0

1. DETALLES UNIONES (CADWELD)

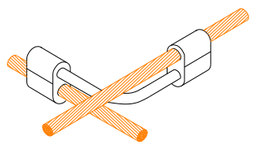




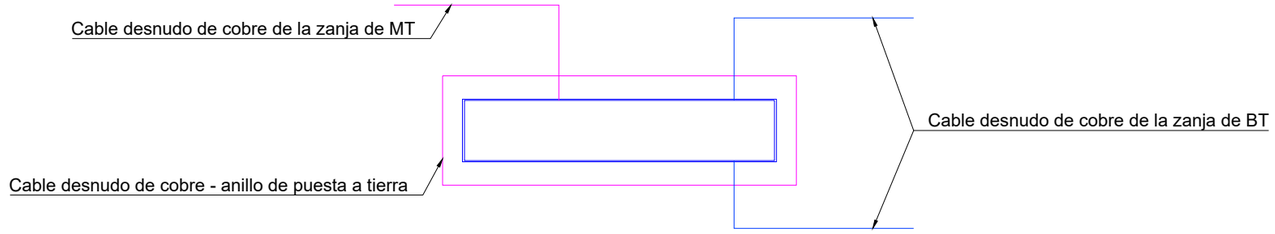




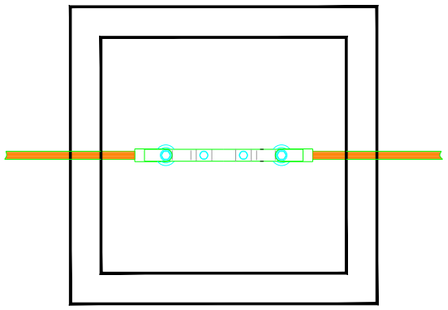
6. DETALLES DE LA CONEXIÓN MECÁNICA

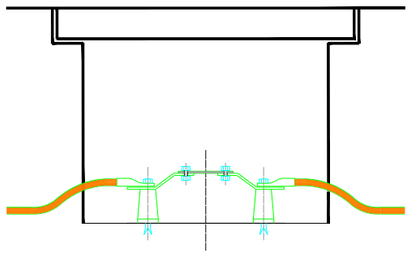


2. DETALLE PUESTA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

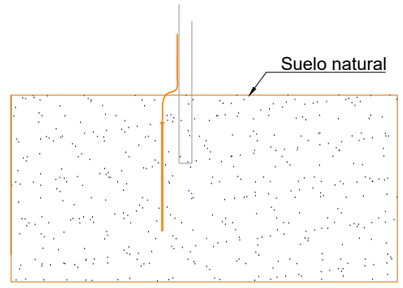


3. DETALLE EN ARQUETA

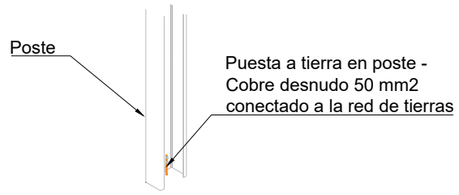




4. DETALLE BARRA PUESTA A TIERRA



5. DETALLE POSTE PUESTA A TIERRA



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13F021DRa0-Detalle Puesta a Tierra.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

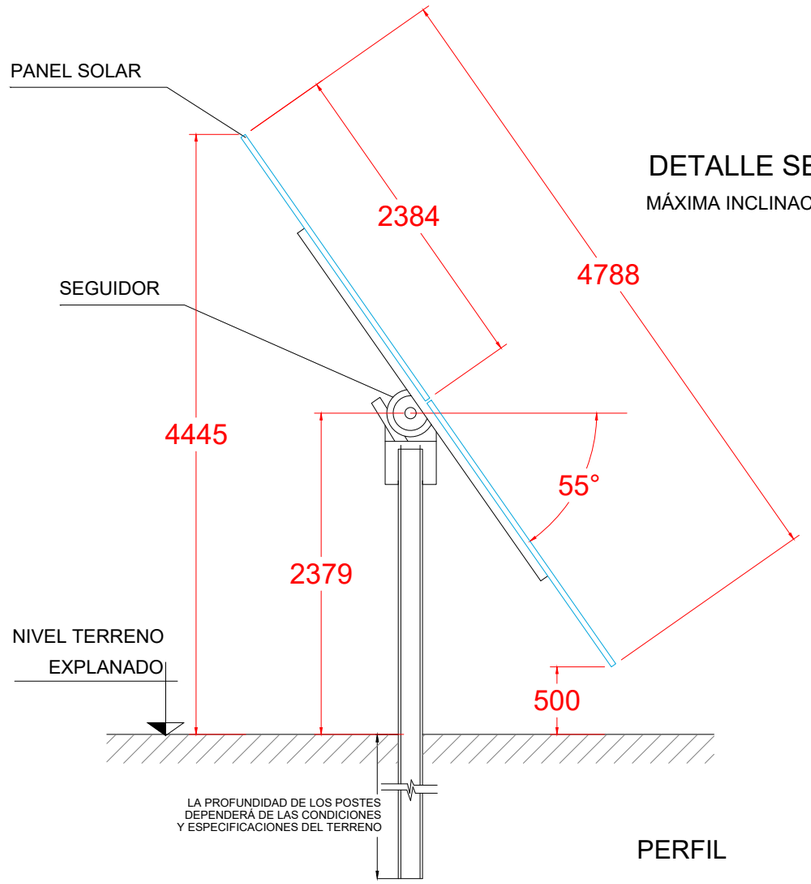
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	DETALLES DE PUESTA A TIERRA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN Nº
PV0066	021	S/E	A3	01 de 01	Ra0

COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.





DETALLE SEGUIDOR

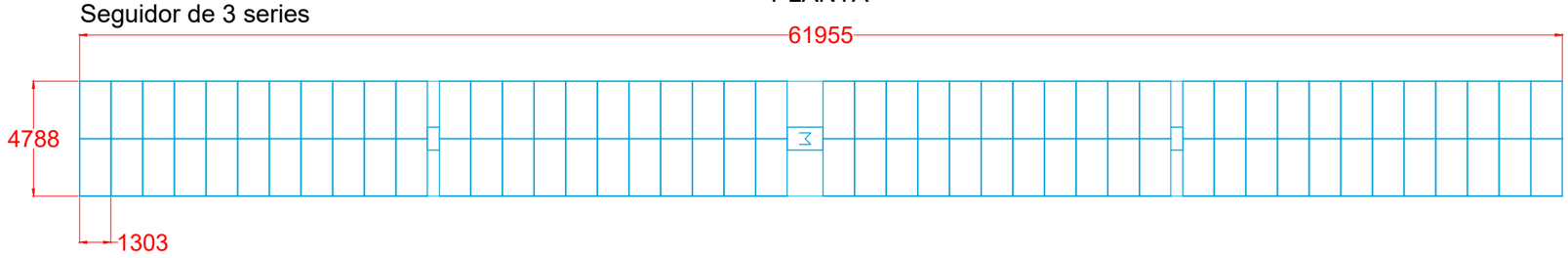
MÁXIMA INCLINACIÓN (+/- 55°)

PERFIL

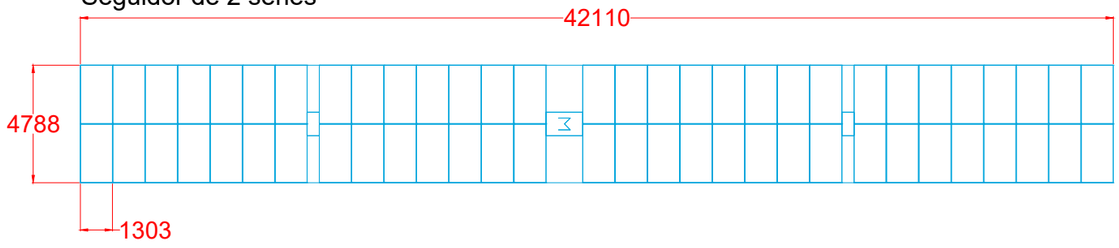
Cotas en mm.

PLANTA

Seguidor de 3 series



Seguidor de 2 series



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

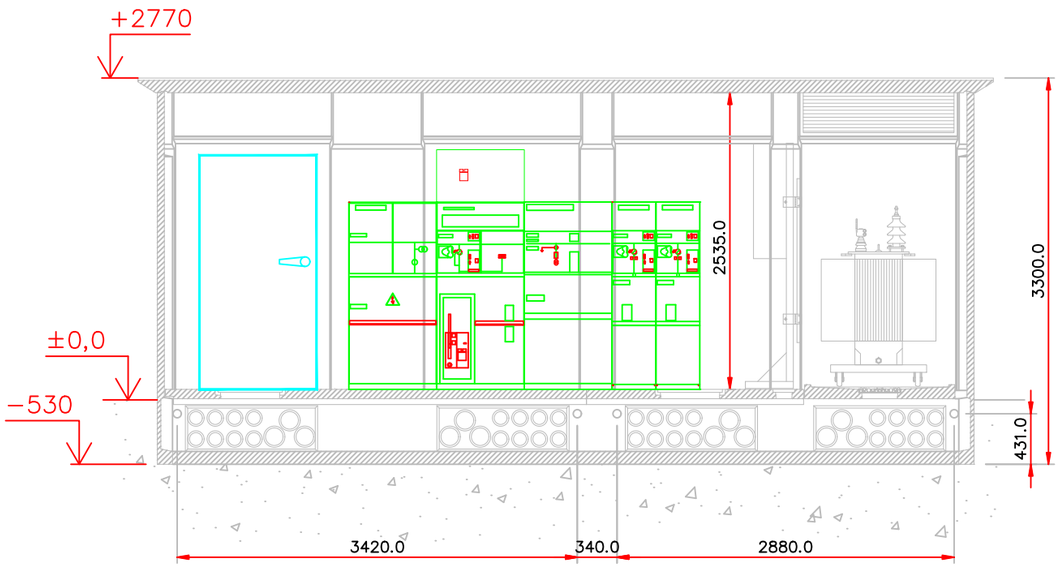
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

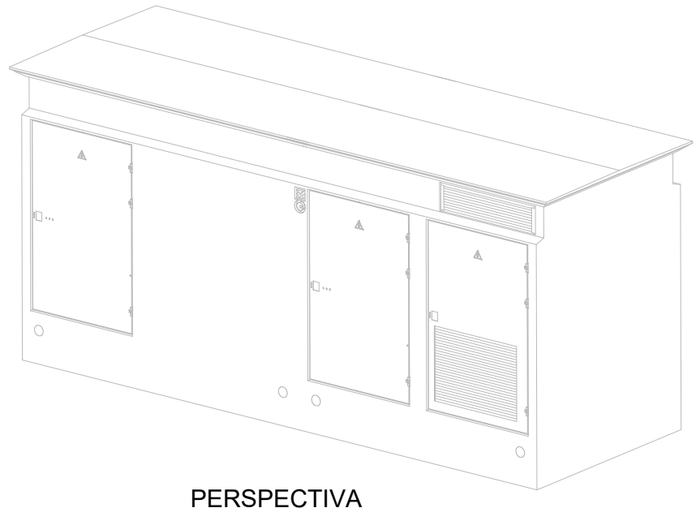
PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	DETALLE DE ESTRUCTURA SEGUIDOR
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	022	S/E	A3	01 de 01	Ra0

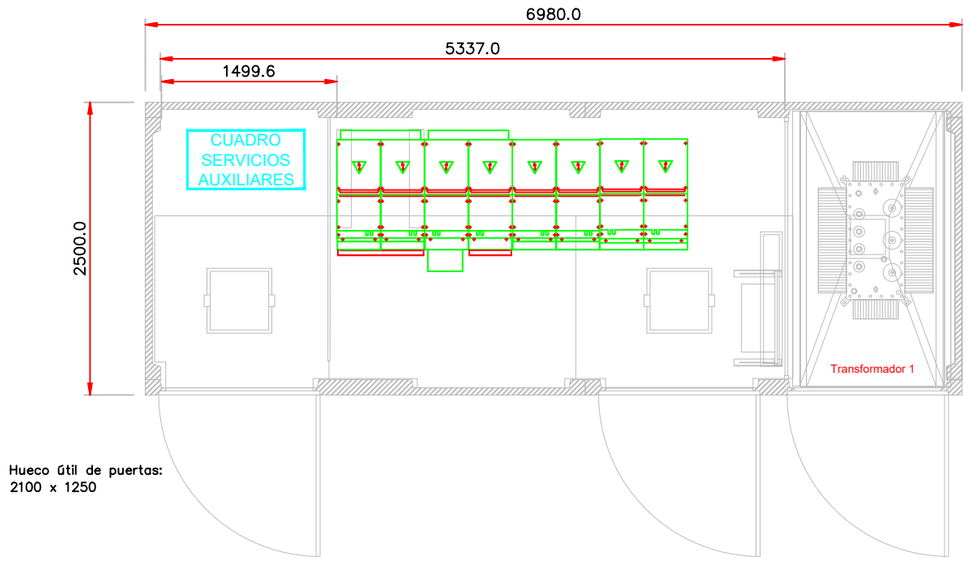
PV0066IPF13F022DRa0-Detalle Seguidor.dwg



SECCIÓN



PERSPECTIVA



PLANTA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066|PF13F023DRa0-Detalle Cento de Conexión.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

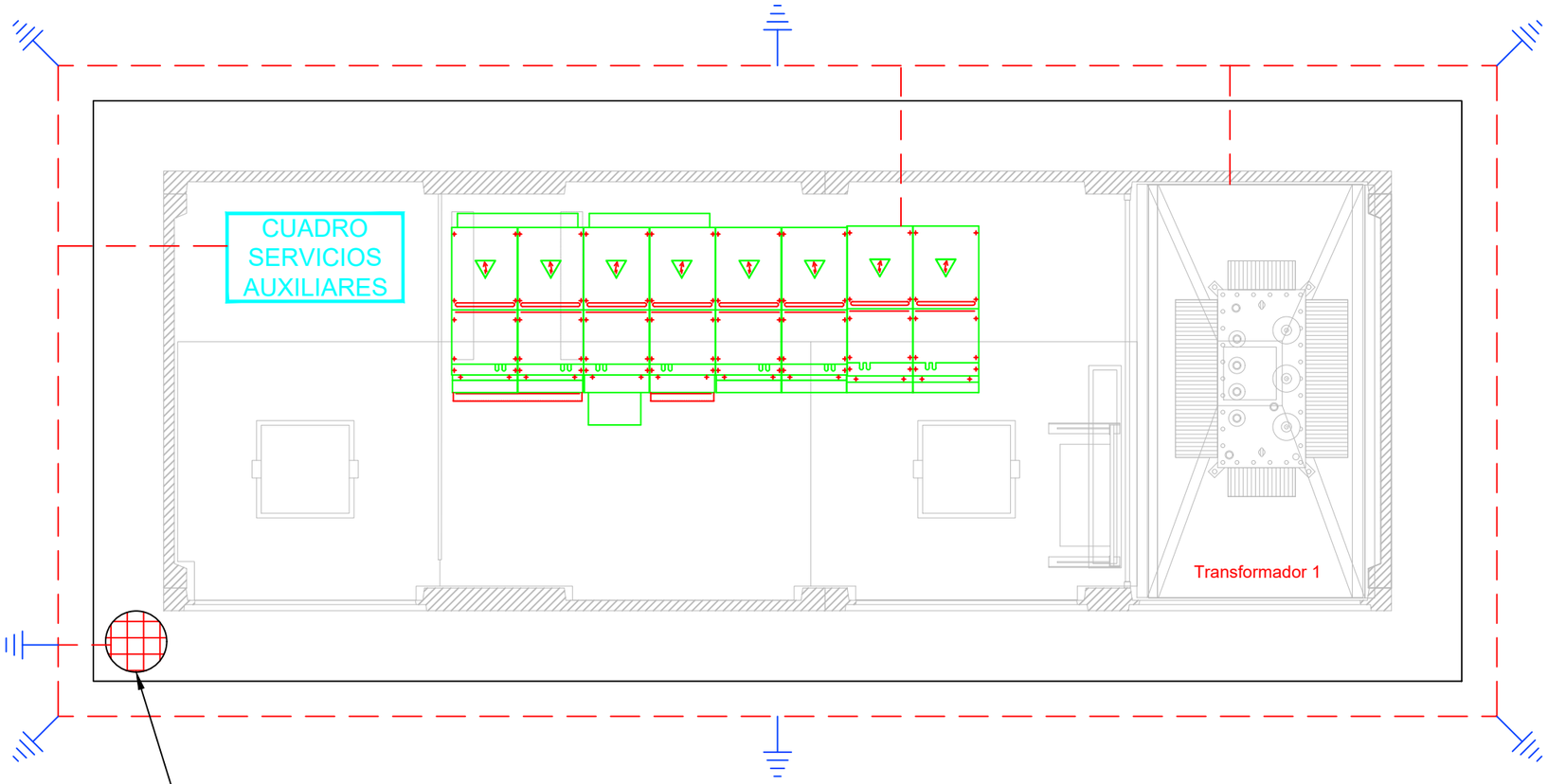
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	DETALLE CENTRO DE CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	023	S/E	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F024DRa0-PAT Centro de Conexión.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA



En el piso del Centro de Conexión, Protección y Medida se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. De esta forma se mitiga el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo

LEYENDA

- Cable Cu desnudo 50 mm²
- Pica de puesta a tierra

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

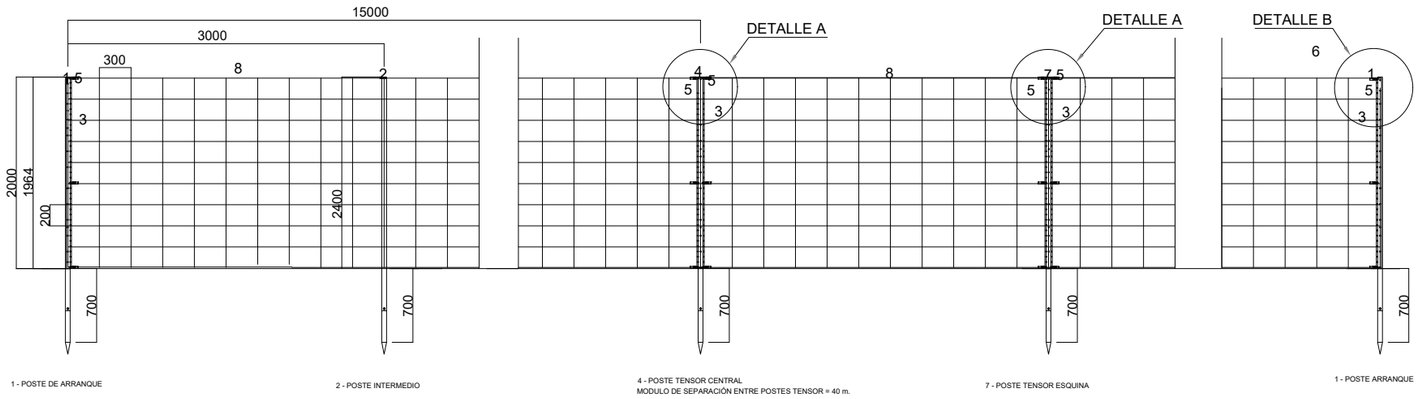
RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	PUESTA A TIERRA CENTRO DE CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	024	S/E	A3	01 de 01	Ra0



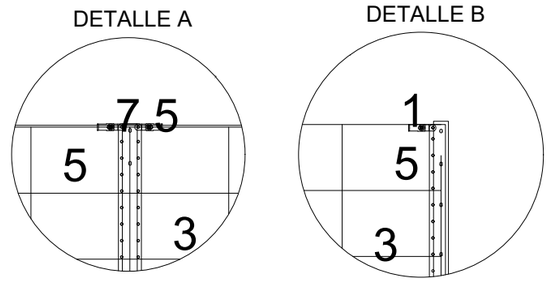
1 - POSTE DE ARRANQUE

2 - POSTE INTERMEDIO

4 - POSTE TENSOR CENTRAL
MODULO DE SEPARACIÓN ENTRE POSTES TENSOR = 40 m.

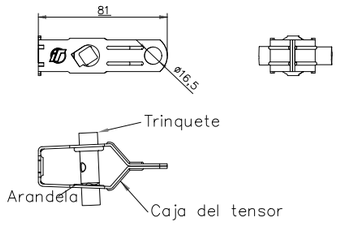
7 - POSTE TENSOR ESQUINA

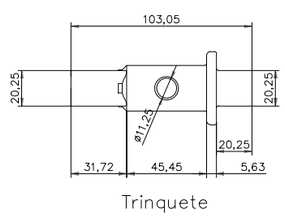
1 - POSTE ARRANQUE

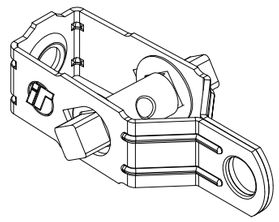


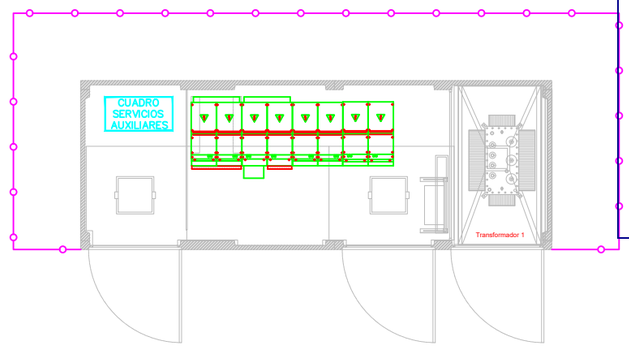
DESCRIPCIÓN:
Vallado tipo ganadero, de 2m de altura, de cuadrícula 20x30cm y sin elementos punzantes (como alambre de espino). Postes de tipo ángulo, de tono verde oscuro o tono ocre

1 - Poste Arranque Ø45x2400 mm+Garra galvanizado z-275
2 - Postes Intermedio Ø45x2400 mm+Garra galvanizado z-275
3 - Pletina con taladros multiusos para arranques, centros y esquinas
4 - Poste Tensor Ø45x2400 mm+Garra galvanizado z-275
5 - Tensor galv. inmersion /Dracomet
6 - Malla tipo ganadero anudada tipo bisagra de 2 mm de diámetro
7 - Poste Esquina Ø45x2400 mm+Garra galvanizado z-275









LEYENDA

Vallado

Centro de Conexión, Protección y Medida

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

Nº DE PROYECTO: PV0066

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

TÍTULO PLANO: VALLADO
CENTRO DE CONEXIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA

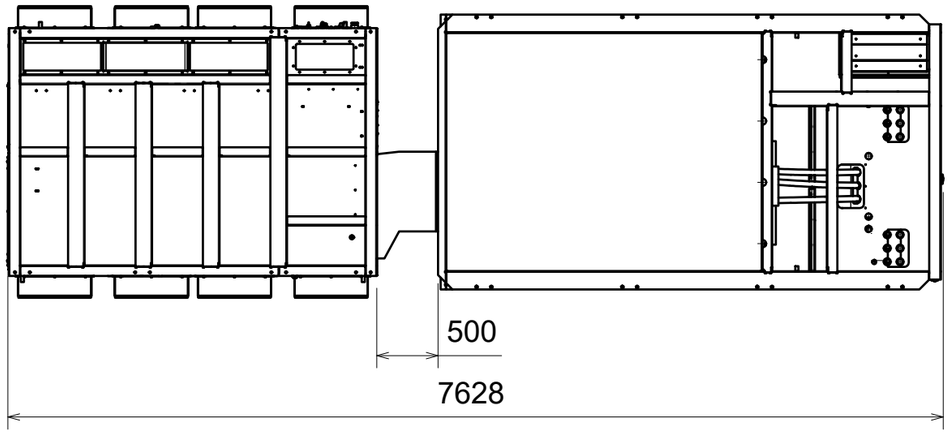
DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
025	S/E	A3	01 de 01	Ra0

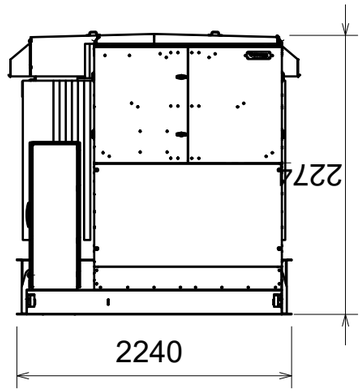
PV0066IPF13F025DRa0-Vallado Centro Conexion.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

PV0066IPF13F026DRa0-Estacion Potencia.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

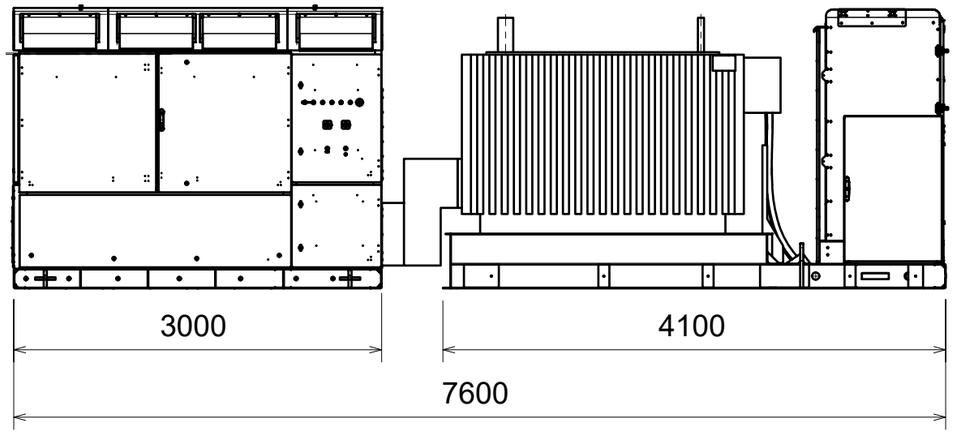


VISTA PLANTA

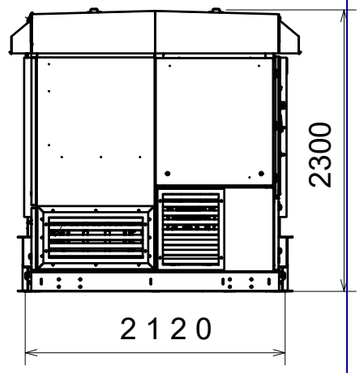




VISTA LATERAL DERECHA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL IZQUIERDA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

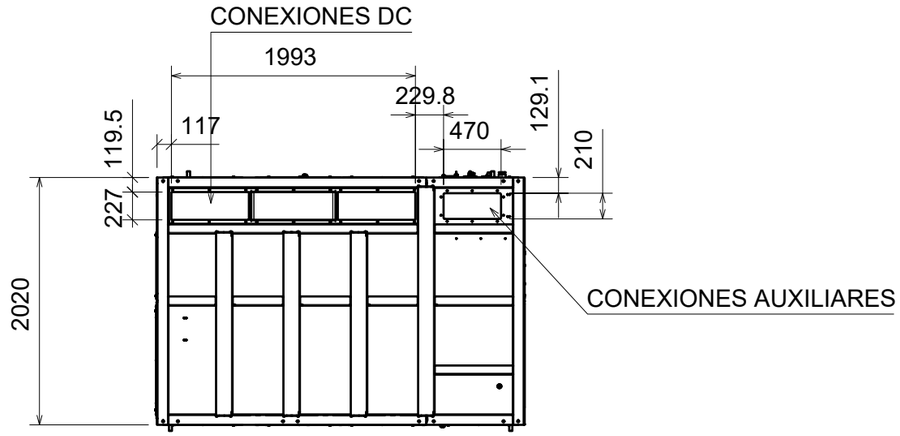
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	DETALLE ESTACIÓN POTENCIA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

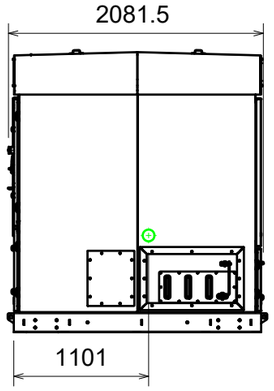
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	026	1/50	A3	01 de 02	Ra0





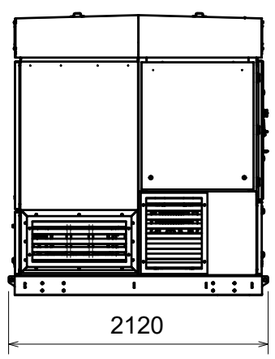
VISTA TRASERA

VISTA ELEVACIÓN TRASERA



VISTA LATERAL DERECHA

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL IZQUIERDA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0066IPF13F026DRa0-Estacion Potencia.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86990219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN

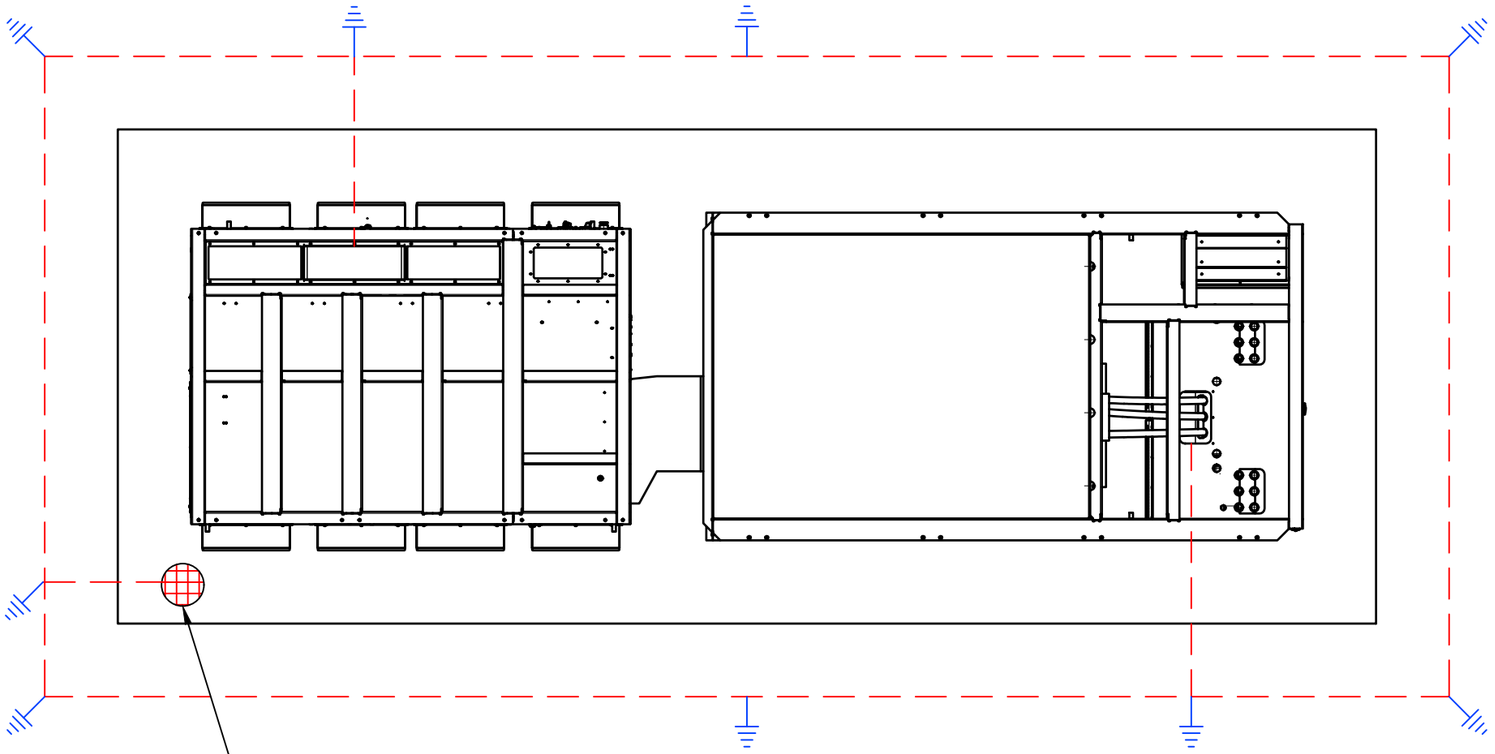
TÍTULO PLANO: DETALLE INVERSOR

DIRECCIÓN: TM SIMANCAS (VALLADOLID)

FASE DEL PROYECTO: AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	026	1/50	A3	02 de 02	Ra0

PV0066|PF13F027DRa0-PAT Estacion Potencia.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA



En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. De esta forma se mitiga el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo

LEYENDA

- Cable Cu desnudo 50 mm²
- Pica de puesta a tierra

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

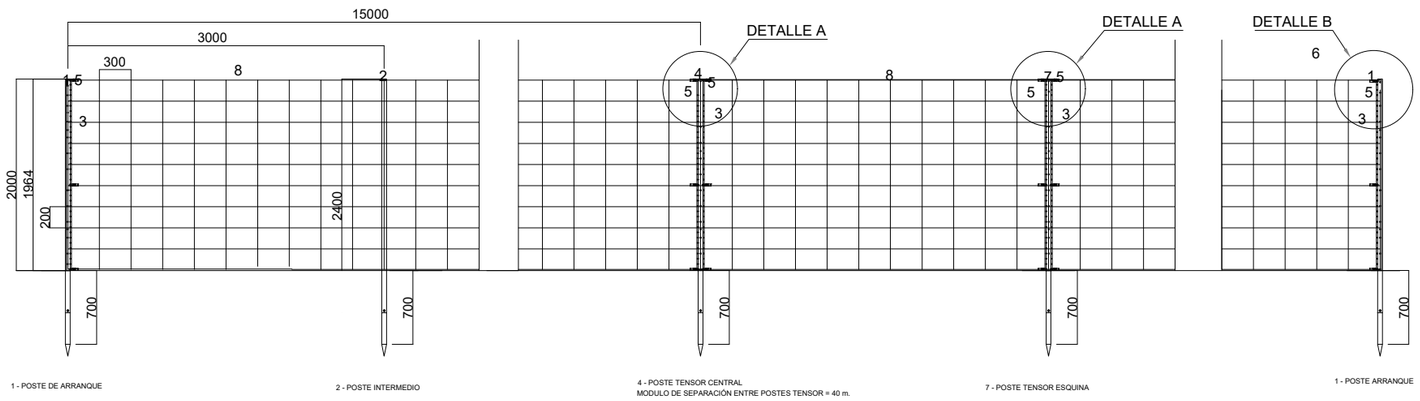
RIC ENERGY

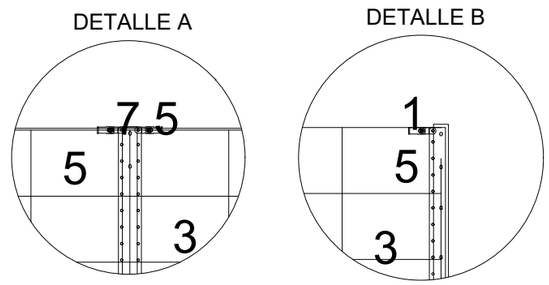
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	PUESTA A TIERRA ESTACIÓN DE POTENCIA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

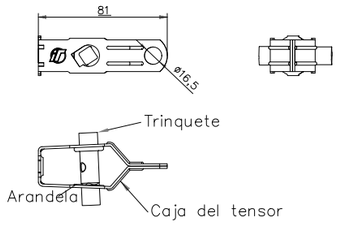
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	027	S/E	A3	01 de 01	Ra0

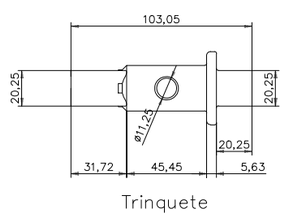


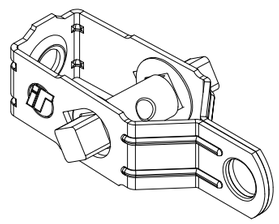


DESCRIPCIÓN:
Vallado tipo ganadero, de 2m de altura, de cuadrícula 20x30cm y sin elementos punzantes (como alambre de espino). Postes de tipo ángulo, de tono verde oscuro o tono ocre

1 - Poste Arranque Ø45x2400 mm+Garra galvanizado z-275
2 - Postes Intermedio Ø45x2400 mm+Garra galvanizado z-275
3 - Pletina con taladros multiusos para arranques, centros y esquinas
4 - Poste Tensor Ø45x2400 mm+Garra galvanizado z-275
5 - Tensor galv. inmersion /Dracomet
6 - Malla tipo ganadero anudada tipo bisagra de 2 mm de diámetro
7 - Poste Esquina Ø45x2400 mm+Garra galvanizado z-275



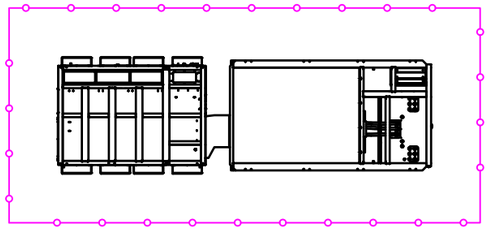




LEYENDA

Vallado

Estación de Potencia



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507552/01 el día 18/07/2025. Puede validar el documento FV13124988-F6B12 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	01/07/25	DOCUMENTO INICIAL	E.C.	A.L.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	PLANTA SOLAR BETULA ZARATAN
TÍTULO PLANO:	VALLADO ESTACIÓN DE POTENCIA
DIRECCIÓN:	TM SIMANCAS (VALLADOLID)
FASE DEL PROYECTO:	AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0066	028	S/E	A3	01 de 01	Ra0

PV0066IPF13F028DRa0-Vallado Estacion Potencia.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA