Greening concesiones

PROYECTO

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

PROMOTOR

TITULAR INICIAL

GRANATA GREEN FV I, S.L.

[redacted]

Situación:

Torrejón de Velasco (Madrid)

MAYO 2025

ÍNDICE DOCUMENTOS

DOCUMENTO 1. MEMORIA

DOCUMENTO 2. ANEXOS

- ANEXO 1: ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS
- ANEXO 2: ENERGÍA PRODUCIDA
- ANEXO 3: CÁLCULOS ELÉCTRICOS PLANTA FOTOVOLTAICA
- ANEXO 4: CRONOGRAMA
- ANEXO 5: GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEXO 6: DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES
- ANEXO 7: PUNTO DE CONEXIÓN
- ANEXO 8: CALCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN
- ANEXO 9: MONITORIZACIÓN Y PPC

DOCUMENTO 3. PLANOS

DOCUMENTO 4. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 5. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

HOJA DE CARACTERÍSTICAS **- LEA ANTES LA HOJA DE INSTRUCCIONES**

MODELO Datos Generales Proyectos de Lineas y Centros

Titular: I-DE REDES ELÉCT. INT.

Titular: UFD DISTRIBUCIÓN

Titular: RED ELECTRICA

Titular: HIDROCANTABRICO

Pulse el botón correspondiente para **rellenar automáticamente datos de Titular.** En otro caso, rellene manualmente los campos correspondientes.

IMPRIMIR DATOS GENERALES

Para imprimir, utilice el botón adyacente de "IMPRIMIR DATOS GENERALES". La copia de este formulario se presentará debidamente firmada por el Ingeniero Autor del Proyecto, que será responsable de la veracidad y exactitud de los datos contenidos en él y figurará como primer documento del proyecto.

Chequeo Hoja de características	
Nº de datos omitidos:	**0**
Validación:	**OK**

Los chequeos internos de cada hoja indicaran la expresión "HOJA NO VÁLIDA" si no contiene todos los datos requeridos. El documento de resumen no se admitirá hasta que todos los datos estén cumplimentados.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

v5.0

TITULAR

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	Granata Green FV I S.L	OK
DIRECCIÓN:	[redacted]	OK
LOCALIDAD:		OK
CÓDIGO POSTAL:		OK

EMPLAZAMIENTO:

DIRECCIÓN:	Poligono 15, Parcela 82	OK
LOCALIDAD:	Torrejon de Velasco	OK
CÓDIGO POSTAL:	28990	OK
DISTRIBUIDORA:	IB — I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.	OK
PRESUPUESTO:	[redacted] Euros	OK

REPRESENTANTE

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL:	[redacted]	OK
DIRECCIÓN:		OK
CÓDIGO POSTAL:		OK
LOCALIDAD:		OK
PROVINCIA:		OK

EMPRESA INSTALADORA

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

PROYECTISTA

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

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

Contacto para Gestión: **Tfno.** [redacted] **e-Mail** angel.fernandez@greening-group.com

	ORGANISMOS AFECTADOS:	Identificación Complementaria O.A.
1	AYUNTAMIENTO	TORREJON DE VELASCO
2	COMUNIDAD DE MADRID	PATRIMONIO CULTURAL
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Desmontajes de Líneas Aéreas

Longitud a desmontar. 0 metros.

Nº apoyos a desmontar 0 apoyos.

Visado voluntario del Colegio Oficial de Ingenieros

Colegio: OK

Fecha: OK

Número: OK

Recibo Pago de Tasas DGIEM

Ref.: 0 OK

Importe: , euros. OK

Firma del proyectista:

[redacted]

HOJA DE DETALLE DE CENTROS

IMPRIMIR DATOS

UTILIZAR EL BOTÓN ADYACENTE PARA IMPRIMIR. Se imprimirán tantas hojas como número de Centrales de generación (columnas) que se hayan rellenado.

Obtener coordenadas UTM:
http://gestiona.madrid.org/nomecalles/

*** Dato obligatorio**

			Chequeo datos: Nº de datos omitidos: 0	Chequeo datos: Nº de datos omitidos: 15	Chequeo datos: Nº de datos omitidos: 15
v5.0					
DENOMINACIÓN CENTRAL GENERACIÓN:		*	PSFV 1		
COORDENADAS UTM	X:	*	434.204,64		
SISTEMA COORD.: ETRS89	Y:	*	4.447.263,04		
ACTUACIÓN:		*	NUEVO		
TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN:		*	INSTALACION FOTOVOLTÁICA		
COMBUSTIBLE PRINCIPAL (SI PROCEDE):					
MODALIDAD DE GENERACIÓN:		*	PRODUCCIÓN CONECTADA A RED		
PUNTO DE CONEXIÓN GENERACIÓN:		*	RED DE DISTRIBUCIÓN EN AT		
TENSIÓN EN EL	Nivel de tensión	*	15		
PTO. DE CONEXIÓN:	Ud. de tensión	*	kV		
TIPO CONDUCTOR	En Alta Tensión:				
	En Baja Tensión:		RV 0,6/1 kV 240/120 mm2 Al		
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW):		*	2000		
Nº GENERADORES/	Instalados	*	4056		
PANELES:	Ampliación				

POTENCIA UNITARIA POR GENER./PANEL:	De los Instalados	*	620		
	De los ampliados				
	Ud. de potencia	*	Wp		
Nº INVERSORES:	Instalados	*	11		
	Ampliación				
POTENCIA UNITARIA INVERSORES (kW):	De los Instalados	*	200		
	De los ampliados				
AUTOCONSUMO INDIVIDUAL/COLECTIVO:					
DATOS DEL SUMINISTRO ASOCIADO (AUTOCONSUMO INDIVIDUAL)					
USO INSTALACIÓN DE CONSUMO:					
CUPS DEL SUMINISTRO:					
POTENCIA CONTRATADA (kW):					
TENSIÓN DE SUMINISTRO (kV):					
REF. CATASTRAL PARCELA/CONSTRUC.:					

v5.0			
	LÍNEA Nº	*	**L1**
ORIGEN DE LÍNEA	**SITUACIÓN:**	*	**Centro de transformación parque solar fotovoltaico "Torrejón de Velasco"**
		*	
COORDENADAS UTM (HUSO 30)	**X**	*	**434.178**
SISTEMA ETRS89	**Y**	*	**4.447.460**
		*	
FINAL DE LÍNEA	**SITUACIÓN:**	*	**Centro de seccionamiento a ceder a i-DE Redes Eléctricas Inteligentes**
		*	
COORDENADAS UTM (HUSO 30)	**X**	*	**434.189**
SISTEMA ETRS89	**Y**	*	**4.447.467**
CENTROS QUE INTERCONECTA:		*	**CT1 - CT2**
ACTUACIÓN:		*	**NUEVA**
TIPO LÍNEA:		*	**SUBTERRÁNEA**
LONGITUD TOTAL (m):		*	**20**
Longitud tramo subterráneo			
Longitud tramo aéreo			
TENSION DE SERVICIO (kV):		*	**15**
Nº DE CIRCUITOS:		*	**1**
TIPO CONDUCTOR:	Subterráneo	*	**HEPRZ1 12/20 kV 240 mm2 Al**
	Aéreo		

v5.0							
CENTRO Nº.:		*	CT 1				
COORDENADAS UTM	**X:**	*	434.178				
SISTEMA COORD.: ETRS89	**Y:**	*	447.460				
ACTUACIÓN:		*	NUEVO				
Nº TRANSFORMADORES INSTALADOS		*	1				
POTENCIA (kVA)	En transformadores instalados:	*	1X2500 + 1X50				
	Máxima admisible en el Centro:	*	1X2500 + 1X50				
PROTECCIONES (AT):		*	INTERRUPTOR AUTOMATICO				
TIPO DE CENTRO:		*	RIOR, DE MANIOBRA INTERIOR				
SITUACIÓN/ENVOLVENTE:		*	REFABRICADO DE SUPERFICIE				
SERVICIO / FUNCIÓN:		*	TRANSFORMACIÓN				
Nº LINEAS ENTRADA/SALIDA AT:		*	1				
ALIMENTACIÓN:	Tipo de acometida	*	SUBTERRÁNEA				
	Tipo de conductor		HEPRZ1 12/20 kV 240 mm2 Al				
	Longitud (m)		20				
TENSIÓN DE SERVICIO (kV):		*	15				
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN:		*	15 kV /420 V				
BAJA TENSIÓN:	Nº de líneas instaladas	*	11				
	Tipo de conductor	*	RV 0,6/1 kV 240/120 mm2 Al				

PROYECTO

POTENCIA DISEÑADA
2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELSACO, (MADRID)

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 5
1.1. ANTECEDENTES 5
1.2. OBJETO 5
1.3. PROMOTOR 6
1.4. DATOS DEL PROYECTISTA 6
1.5. EMPLAZAMIENTO 7
1.6. ALCANCE 9
1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA 10
1.8. ACCESOS 11
1.9. VIDA ÚTIL 12
1.10. DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS 12
1.11. REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES OFICIALES 13
1.11.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS 13
1.11.2. SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 14
1.11.3. OTRAS NORMATIVAS 19
1.12. GENERADOR FOTOVOLTAICO 19
2. ELEMENTOS 21
2.1. SEGUIDOR A UN EJE HORIZONTAL 21
2.2. INVERSOR 22
2.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 23
2.3.1. UBICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 23
2.3.2. DIMENSIONES 24
2.3.3. SUPERFICIES DE OCUPACIÓN 25
2.3.4. POTENCIAS DE TRANSFORMACIÓN 25
2.3.5. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS 27
2.3.6. ACTUACIONES DE OBRA CIVIL 32
2.3.7. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 32
3. LÍNEA DE EVACUACIÓN 32
3.1. EMPLAZAMIENTO 32
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA 33
3.2.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 34

3.3. NIVELES DE TENSIÓN 34
3.3.1. TENSIONES EN MT 34
3.3.2. TENSIONES DE AISLAMIENTO 35
3.4. ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MT 35
3.4.1. CABLE AISLADO DE POTENCIA 35
3.4.2. TERMINACIONES 36
3.4.3. EMPALMES 37
3.4.4. PARARRAYOS 37
3.4.5. PUESTA A TIERRA 37
4. EJECUCIÓN 34
4.1. OBRA CIVIL 37
4.1.1. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN 37
4.1.2. ESTRUCTURAS DE ACERO 37
4.1.3. ZANJAS, ARQUETAS Y CANALIZACIONES 37
4.1.4. MOVIMIENTO DE TIERRA 38
4.1.5. ACCESOS Y CAMINOS 38
4.1.6. VALLADO PERIMETRAL 38
4.1.7. EDIFICACIONES 39
4.2. ESTRUCTURA SEGUIDOR 40
4.3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN 40
4.3.1. SISTEMA CA/CC 40
4.3.2. PROTECCIONES Y CUADROS DE CONEXIÓN 41
4.3.3. PROTECCIONES EN CORRIENTE CONTINUA 42
4.3.4. PROTECCIONES EN CORRIENTE ALTERNA 43
4.3.5. PUESTA A TIERRA 44
4.4. CUADROS ELÉCTRICOS 46
4.5. SERVICIOS AUXILIARES 47
4.6. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL 47
4.7. SISTEMAS DE SEGURIDAD (CCTV) 49
4.8. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 49
4.8.1. RBDA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO 49
4.9. RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS 50

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 – Datos catastrales de la parcela ocupada 7
Tabla 2 - Resumen Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco..... 7
Tabla 3 – Coordenadas UTM de los puntos del vallado perimetral 8
Tabla 4 - Resumen Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco..... 11
Tabla 5 - Características de los módulos solares fotovoltaicos..... 21
Tabla 6. Comparación de estructuras..... 22
Tabla 7 - Características eléctricas del inversor Huawei SUN2000-215KTL-H0..... 23
Tabla 8. Dimensiones centro del transformación 24
Tabla 9. Características eléctricas del Transformador 25
Tabla 10. Características transformador de distribución 26
Tabla 11. Características eléctricas función de medida 27
Tabla 12. Características eléctricas función de remonte de cable 28
Tabla 13. Características eléctricas función de protección con interruptor automático..... 28
Tabla 14. Cuadros de Baja Tensión..... 29
Tabla 15. Características del Cuadro de Baja Tensión..... 30
Tabla 15. Características del Cuadro de Baja Tensión..... 30
Tabla 16. Coordenadas infraestructura de evacuación..... 33
Tabla 17. Niveles de tensión..... 34
Tabla 18. Características del conductor..... 35
Tabla 19. Relación de Bienes y Derechos afectados por el Parque Solar Fotovoltaico.....49

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Parcela dónde se ubica el parque solar fotovoltaico..... 7
Ilustración 2 – Vallado perimetral del parque solar fotovoltaico..... 8
Ilustración 3 – Trazado completo LSMT..... 33

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El parque de generación eléctrica español es cada vez más renovable. La aprobación del Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de consumidores, incorpora grandes mejoras respecto al Real Decreto 900/2015 y, ha supuesto el auge de las centrales de energías renovables, concretamente de las instalaciones solares fotovoltaicas.

España es el segundo país europeo que más energía eléctrica género en 2021 a partir de eólica y solar (que incluye la fotovoltaica y la térmica), solo por detrás de Alemania según datos de ENTSO-E. El sol y el viento produjeron en España más de 86 TWh el año, un tercio de toda la producción a nivel nacional.

A todo esto, hay que añadir que actualmente la tecnología solar fotovoltaica sigue optimizando su diseño y reduciendo los costes de instalación, operación y mantenimiento, por lo que cada vez resulta más viable técnica y económicamente la construcción de plantas con esta tecnología.

Asimismo, desde el punto de vista ambiental, se trata de una tecnología de aprovechamiento de un recurso inagotable, compatible con el medio ambiente. La adecuada y exigible gestión de los impactos medioambientales de este tipo de instalación convierte a esta fuente energética en uno de los medios de obtención de energía menos agresivos con el medio ambiente.

1.2. OBJETO

El objeto del proyecto de es la la solicitud y tramitación de cuantas autorizaciones se precisen para su futura legalización, siendo necesario realizar, tras la obtención de las preceptivas autorizaciones, los correspondientes estudios de terreno y eléctricos necesarios y cuantos planos ejecutivos a detalle para la correcta realización de las instalaciones del Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco de 2 MWn.

Se llevarán a cabo las descripciones detalladas de las instalaciones en Baja Tensión de corriente continua y alterna y, la elevación a media tensión del sistema de generación de energía solar fotovoltaica.

La planta solar fotovoltaica se ha realizado usando seguidores 2V y se ubica en las parcelas del Término Municipal de Torrejón de Velasco (Madrid), correspondiente a las siguientes parcelas:

- Polígono 15, Parcela 82. Referencia catastral: 28150A015000820000HS

La energía generada por este parque solar fotovoltaico se transportará mediante una Línea Subterránea de Media Tensión, desde el centro de transformación al centro de seccionamiento, y desde el mismo hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).

Para la realización de este Proyecto, se tendrán en cuenta los requerimientos que incluya la Licencia Ambiental tramitada en el Ayuntamiento de Torrejón de Velasco, así como todos los condicionantes impuestos por organismos afectados.

Este documento tiene por objeto servir de base para solicitar y obtener cuantas autorizaciones administrativas se precisen para la posterior ejecución del mismo, no siendo válido para su ejecución. Una vez obtenidas las preceptivas autorizaciones, se redactará el correspondiente anexo constructivo, donde se detallarán todos sus elementos, tomando como base lo descrito en el presente documento.

1.3. PROMOTOR

Se redacta el presente Proyecto a petición de:

Promotor: [redacted]

CIF:

Persona de contacto:

Dirección:

1.4. DATOS DEL PROYECTISTA

El presente Proyecto ha sido redactado por:

Proyectista: [redacted]

Titulación:

Empresa:

Dirección:

CIF:

1.5. EMPLAZAMIENTO

El parque solar fotovoltaico, se construirá ocupando una unica parcela, cuyos datos catastrales son los siguientes:

Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Ref. Catastral
Madrid	Torrejón de Velasco	15	82	28150A015000820000HS

Tabla 1 – Datos catastrales de la parcela ocupada

Ilustración 1 – Parcela dónde se ubica el parque solar fotovoltaico

Por otro lado, las coordenadas (UTM ETRS 1989) que corresponden con el centro geométrico de la implantación son:

- X: 434.204,64 Huso 30
- Y: 4.447.263,04 Huso 30

La superficie total de la parcela dónde se ubica la implantación es de 4,03 ha, aunque teniendo en cuenta el vallado perimetral, la superficie ocupada de la planta será aproximadamente 3,06 ha.

Superficie (m^2)	S_{ocu}(m^2)	Perim. vall. (m)	Ocup. (%)
40.321	**30.632**	**962**	**75,06 %**

Tabla 2 - Resumen Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco

Las coordenadas UTM ETRS 1989 de cada uno de los puntos del vallado perimetral son las siguientes:

Nº Punto	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Huso
1	434.127,04	4.447.233,58	30
2	434.172,54	4.447.208,09	30
3	434.202,56	4.447.181,42	30
4	434.216,06	4.447.165,38	30
5	434.321,33	4.447.097,70	30
6	434.322,18	4.447.230,30	30
7	434.300,29	4.447.227,51	30
8	434.257,61	4.447.233,23	30
9	434.239,24	4.447.252,16	30
10	434.238,46	4.447.352,33	30
11	434.212,38	4.447.443,11	30
12	434.168,73	4.447.443,11	30
13	434.170,99	4.447.401,70	30
14	434.144,65	4.447.282,97	30

Tabla 3 – Coordenadas UTM de los puntos del vallado perimetral

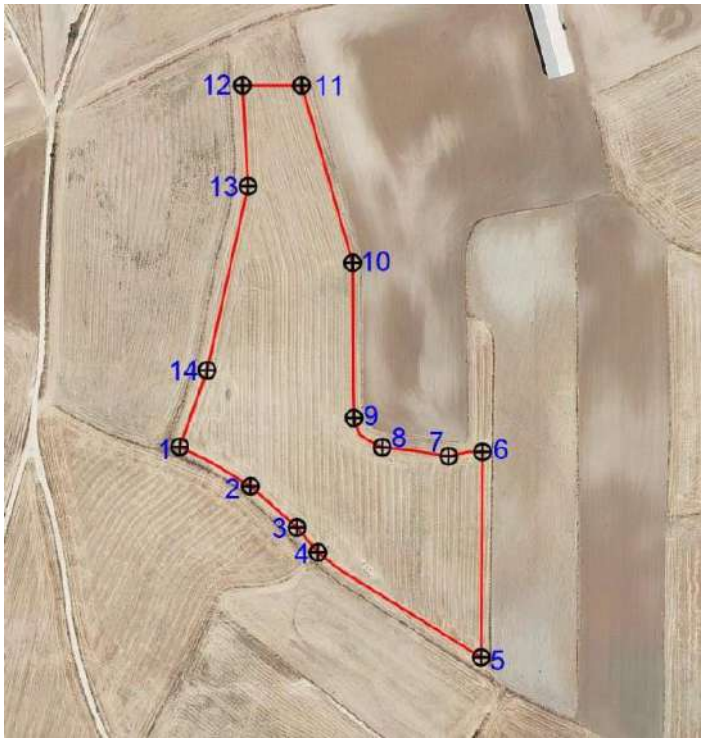


Ilustración 2 – Vallado perimetral del parque solar fotovoltaico

La elección de las parcelas sobre la que se ubicará el parque solar fotovoltaico se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Radiación Solar, siendo Madrid una provincia con un número aceptable de horas de sol, lo cual unida a sus temperaturas hacen de esta provincia un lugar adecuado para el desarrollo de instalaciones fotovoltaicas.

- Disponibilidad de alquiler de los terrenos.
- Cumplimiento de la normativa medioambiental y urbanística,
- Grado de desarrollo tecnológico e infraestructuras existentes (redes de distribución eléctrica, carreteras, disposición de mano de obra cualificada, etc.) facilitará los trabajos de transporte, adquisición, instalación y conexión, tanto del equipamiento específico del Parque Solar Fotovoltaico, como del relativo a servicios, disminuyendo los costes por estos conceptos.

Con todos estos factores, la instalación planteada permite asegurar unos altos rendimientos de producción energética en relación con la inversión realizada y con la vida útil prevista de la planta fotovoltaica. Estos criterios han sido confirmados mediante el software de simulación PVSyst, que hace una estimación para la radiación y la temperatura óptimas para la explotación de la planta.

Por otra parte, la instalación del parque solar fotovoltaico supondrá la reconversión de una parcela en desuso en una zona de producción de energías renovables, con el consiguiente impacto positivo al medioambiente en términos de ahorro de emisiones de CO_2.

El Ayuntamiento de Torrejón de Velasco posee todas las competencias relativas a ordenación de territorio, normativa urbanística, autorización de las de obras, etc. El presente proyecto de ejecución se ha redactado garantizando el cumplimiento del Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Torrejón de Velasco.

Por otro lado, la naturaleza de este proyecto como Instalación de Utilidad Pública le viene reconocida por lo dispuesto en el artículo 52 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, donde se indica literalmente: “se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica”.

En cualquier caso, el promotor del Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco deberá realizar la Solicitud de Licencia de Obras ante el Excmo. Ayuntamiento de Torrejón de Velasco con carácter previo al inicio de las obras.

1.6. ALCANCE

El presente proyecto de ejecución comprende desde la generación de energía de una planta de tecnología solar fotovoltaica en baja tensión y corriente continua, hasta la entrega de energía en corriente alterna y media tensión por medio de los inversores y transformadores asociados, es decir:

- Paneles fotovoltaicos en CC.
- Inversores de CA
- Equipos, edificios y cableados que componen la instalación, tanto en baja como en media tensión.

La infraestructura de evacuación abarca desde el Centro de Transformación ubicado en el parque solar fotovoltaico, con un doble vallado para dejar acceso al personal de la distribuidora a la medida fiscal de la planta, hasta el centro de seccionamiento y su línea subterránea de doble circuito (objeto de otro proyecto) hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).

1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

El presente proyecto de ejecución se redacta una vez concedido el punto de conexión por i-DE con el consecuente envío de las condiciones técnico-económicas, con el fin de realizar la incorporación de un sistema de generación eléctrica renovable basado en el aprovechamiento de la energía procedente del sol y que evacúe a la red eléctrica la energía producida hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV). A continuación, se enumeran los elementos principales de la instalación:

- Generador fotovoltaico compuestos por células de silicio monocristalino con tecnología PERC. Estará formado por módulos fotovoltaicos de 620 Wp de potencia en condiciones STC (Standard Test Conditions), agrupados en 169 strings de 24 módulos cada uno con la configuración de 2Vx24 y 2Vx12.
- Habrá un total de 11 inversores de string de 200 kW de potencia nominal, que irán repartidos por la instalación sujetos a la estructura de los seguidores, y el transformador de 2,5 MVA, por lo que la instalación estará formada por:
    - 2000 kW de potencia concedida, siendo la potencia instalada en inversores 2200 kW, pero limitada ésta a la potencia concedida indicada mediante un sistema de regulación de energía de PPC (Power Plant Controller)
    - Potencia pico: 2514,72 kWp
- La instalación de los módulos se realizará sobre una estructura seguidor. El cableado de los módulos irá ubicado en las propias estructuras.
- Se dispondrá de 1 transformador 15/0,8 kV de 2,5 MVA de potencia aparente, que se ubicará dentro del Centro de Transformación, donde saldrá una Línea Subterránea de Media Tensión a 15 kV hasta el centro de seccionamiento y de ahí saldrá una línea subterránea de media tensión (objeto de otro proyecto) hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).
- Se instalará una envolvente de media tensión prefabricada del fabricante Ormazabal, modelo PFU-5 o similar que incluirá el centro de transformación para la generación del campo solar, con un transformador de 2,5 MVA.
- Línea Subterránea de Media Tensión a 15 kV hasta el centro de seccionamiento y de ahí saldrá una línea subterránea de media tensión (objeto de otro proyecto) hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).
- Viales de acceso, caminos interiores, cerramiento perimetral, etc.
- Instalaciones auxiliares del parque solar fotovoltaico (sistema de monitorización y control, estación meteorológica, alumbrado exterior de seguridad, video vigilancia o CCTV, etc.).

La energía producida por los módulos en corriente continua se conduce al inversor, mediante la tecnología de potencia, la convierte en corriente alterna a 800 Vac y 50 Hz.

Los strings de los módulos fotovoltaicos irán a los inversores. Antes de entrar a cada inversor, se colocarán interruptores automáticos de continua que derivarán la instalación a tierra en el caso de que se produzca un fallo de aislamiento en la parte de continua de la instalación.

La salida de cada inversor irá conectada al cuadro de protección AC, donde irá ubicado el interruptor automático/seccionador y desde donde se conectará al transformador situado en el centro de transformación donde elevará a una tensión de 15 kV. Desde la celda de salida del centro de transformación partirá la Línea Subterránea de Media Tensión a 15 kV hasta el centro de seccionamiento y de ahí saldrá una línea subterránea de media tensión (objeto de otro proyecto) hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).

Las protecciones del sistema irán conforme al Real Decreto 1578/2008 y a las normas particulares de i-DE. El cableado y los elementos de protección serán conformes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

En la siguiente tabla resumen pueden observarse los datos de diseño del parque solar fotovoltaico:

Nombre la Planta Solar Fotovoltaica	PSFV TORREJON DE VELASCO
Potencia (kWp)	2514,72
Tipo de instalación	Seguidor
Distribución en mesa	79x24 módulos (2V) 11x12 módulos (2V)
Módulo Fotovoltaico	Jinko Solar JKM620n-78HL4-BDV
Tipo de tecnología	Silicio Monocristalino
Número de módulos	4.056
Número de inversores	11 inversores SUN2000-215KTL-H0
Localización (Coor. UTM ETRS89)	X = 434.204,64 Huso 30 Y = 4.447.263,04 Huso 30
Municipio	Torrejón de Velasco
Provincia	Madrid
Tiempo estimado de construcción	5 meses
Producción estimada (MWh/año)	5619

Tabla 4 - Resumen Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco

1.8. ACCESOS

En el parque solar fotovoltaico debemos diferenciar dos tipos de accesos:

- Acceso principal: Camino desde la infraestructura viaria más próxima hasta el acceso a la planta FV. Los transportes especiales, encargados del transporte de los componentes del parque solar fotovoltaico, así como los vehículos de obra, accederán por los caminos y carreteras existentes hasta el límite de la parcela afectada por la instalación.
- Caminos interiores: Caminos de interconexión entre los diferentes elementos de la Planta Solar.

En el interior del parque solar fotovoltaico se construirán viales principales en el perímetro de la instalación, que servirán para poder acceder a cualquier lugar de la implantación. Estos viales tendrán una anchura de 5 m para permitir la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento. Para facilitar su drenaje se añadirán cunetas con forma triangular de 1 m de anchura y 0,5 m de profundidad.

Los caminos se realizarán añadiendo al terreno una capa de 25 cm de zahorra para mejorar la capacidad portante del pavimento.

Las zanjas para el alojamiento de cables eléctricos de BT y MT discurrirán por las orillas de los caminos, sin la necesidad de un trazado aparte.

ACCESO PRINCIPAL

- Carretera secundaria de la Comunidad de Madrid M-404
- Avenida Gregorio Ordoñez
- Camino Esquivas, perteneciente al Termino Municipal de Torrejón de Velasco
- Camino Olivar del Convento, perteneciente al Polígono 15, Parcela 9001. Referencia catastral: 28150A015090010000HR
- Camino, perteneciente al Polígono 503, Parcela 9006. Referencia catastral: 09488A503090060000KY
- Camino privado, perteneciente al Polígono 15, parcela 34 hasta el acceso planteado del Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco. Referencia catastral: 28150A015000340000HF

Para más detalle, ver el plano 15 “Accesos”

1.9. VIDA ÚTIL

La vida útil del proyecto se estima en 35-40 años. No obstante, al término de este período, se evaluará por los encargados del mantenimiento de la misma el estado de la planta y se decidirá el futuro la instalación, pudiendo alargar su vida útil en torno a 5-10 años más.

Desde el punto de vista de la tecnología empleada, hay que tener en cuenta que el fabricante asegura que, la eficiencia de los módulos fotovoltaicos, va disminuyendo en torno a un 0,55% cada año, asegurando una eficiencia mínima del 98% el primer año. Con este dato el fabricante estima que, pasados 25 años, la eficiencia de los módulos será del 84,5 %, lo que supone un 15,5 % de pérdidas.

1.10. DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS

- SE/SET: Subestación Eléctrica.
- LSMT: Línea Subterránea de Media Tensión.
- CC: Corriente continua.
- CA: Corriente alterna.
- AT: Alta Tensión.
- MT: Media Tensión.
- BT: Baja Tensión.

- Wp: Watio pico.
- Wn: Watio nominal.

1.11. REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES OFICIALES

El diseño y construcción a los que se refieren el presente Proyecto de ejecución deberán cumplir lo que se establece en las Disposiciones y reglamentos legales vigentes, en particular:

1.11.1. **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades del transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Corrección de errores del 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
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- 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 1110/2007, de 24 de agosto por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- Instrucción de 12 de mayo de 2006, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, complementaria de la Instrucción de 21 enero de 2004, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

1.11.2. **SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- 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 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, y sus modificaciones posteriores.
- 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 de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIEAPQ-0 a 10.

1.11.2.1. MEDIOAMBIENTE Y PATRIMONIO

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el 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 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.
- Real Decreto Ley 1/2001, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público, que desarrolla los títulos I, IV, V, VI y VII, de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales.
- Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba Reglamento de Actividades Arqueológicas.
- Normas y Especificaciones Técnicas de obligado cumplimiento.

1.11.2.2. 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: Def., 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: Maquinas eléctricas rotativas.
- 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.

1.11.2.3. 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 1 000 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 1 000 V.
- UNE 21110-2 ERRATUM: 1997. Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.
- UNE-EN 60137:2011. Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
- UNE-EN 60507:2014. Ensayos de contaminación artificial de aisladores de cerámica y vidrio para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.
- UNE-EN 60507:2014/AC:2018-09. Ensayos de contaminación artificial de aisladores de cerámica y vidrio para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

1.11.2.4. APARAMENTA

- UNE-EN 62271-1:2019. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.
- UNE-EN 61439-5:2015. Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

1.11.2.5. 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.

1.11.2.6. APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE

- UNE-EN 60529:2018: 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).

1.11.2.7. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

- 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 60076-3:2014. 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 21428-1-1:2017. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 1: Requisitos para transformadores bitensión en alta tensión.
- UNE 21428-1-2:2017. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 2: Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
- UNE 21428-1-3:2017. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 3: Requisitos para transformadores bitensión en alta tensión y bitensión en baja tensión
- 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 50588-1:2018. Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- 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.

1.11.2.8. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS

- UNE-EN 62271-202:2007. Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE-EN 62271-202:2015/AC:2015. Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE-EN 62271-212:2017. Aparamenta de alta tensión. Parte 212: Conjuntos compactos de equipos para centros de transformación (CEADS).

1.11.2.9. TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

- UNE-EN 61869-1:2010. Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61869-1:2010 ERRATUM: 2011. 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 61869-5:2012. Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
- UNE-EN 61869-5:2012/AC:2015. Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
- UNE-EN 61869-3:2012. Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN 61869-4:2017. Transformadores de medida. Parte 4: Requisitos adicionales para transformadores combinados.

1.11.2.10. PARARRAYOS

- UNE-EN 60099-4:2016. Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

1.11.2.11. 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.
- UNE-EN 60228:2005 CORR:2005. Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 60228:2005 ERRATUM:2011. Conductores de cables aislados.
- UNE 211002:2017. Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas.
- UNE 21027-9:2017. Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas.
- UNE 211620:2018. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9).
- 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).
- UNE 211028:2013/1M:2016. Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36) kV.

1.11.3. **OTRAS NORMATIVAS**

- Plan General de Ordenación Urbana de Torrejón de Velasco
- Normas IEC.
- Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril (BOE nº 97/23/04/97), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

1.12. GENERADOR FOTOVOLTAICO

El parque solar del presente proyecto de ejecución estará compuesto por un único campo solar. Se instalarán 11 inversores de 200 kVA cada uno, y un transformador de 2,5 MVA, así como de toda la aparamenta y cuadros

necesarios. Los módulos serán de la marca JINKO SOLAR JKM620N-78HL4-BDV compuestos por 156 células de silicio monocristalino.

Los módulos irán instalados en estructura seguidor, con el fin de maximizar el número de HSP anual y aumentar de forma notable la producción energética de la instalación.

Las configuraciones serán las siguientes:

- El campo solar está compuesto por:
  - 79 mesas de seguidor de módulos en disposición 2V de 24 módulos y 11 mesas de módulos sobre estructura seguidor en disposición 2V de 12 módulos.
  - 4.056 módulos.
  - 169 strings de 24 módulos en serie.
  - 1 Centro de Transformación compuesto por un transformador de 2,5 MVA.
  - 11 inversores de string de 200 kW de potencia nominal. La disposición de los inversores de 200 kW tendrá la siguiente configuración:
    - 2 inversores de 200 kW con 14 strings cada uno.
    - 4 inversores de 200 kW con 15 strings cada uno.
    - 4 inversores de 200 kW con 16 strings cada uno.
    - 1 inversor de 200 kW con 17 strings cada uno

Las características principales de los módulos fotovoltaicos están resumidas en la siguiente tabla.

Características eléctricas en condiciones *STC **Jinko Solar JKM620n-78HL4-BDV**	
P_{mpp}	**620 Wp**
Tolerancia	**0±3%**
V_{oc}	**55,58 V**
I_{sc}	**14,19 A**
V_{mpp}	**45,93 V**
I_{mpp}	**13,50 A**
Eficiencia	**22,18 %**

****STC – 1000 W/m² y 25ª*** ***Características eléctricas en condiciones *NOCT***	
P_{mpp}	**466 Wp**

V_{OC}	52,79 V
I_{SC}	11,46 A
V_{mpp}	42,57 V
I_{mpp}	10,95 A

*NOCT – 800 W/m² y 20º	
Coef. Tª V_{OC}	-0,25 %/ºC
Coef. Tª I_{SC}	+0,046 %/ºC
Coef. Tª P_{mpp}	-0,30 %/ºC

Tabla 5 - Características de los módulos solares fotovoltaicos

A parte de este resumen, en el Anexo I se adjunta la ficha técnica proporcionada por el fabricante con las especificaciones del módulo.

Todos los módulos poseen un certificado proporcionado por el fabricante que garantiza una tolerancia entre el 0-+5 W en la potencia pico de éstos, por tanto, no es necesario hacer distinciones y clasificarlos ya que las desviaciones son minúsculas y el comportamiento debe ser el esperado.

Por otro lado, el fabricante garantiza que el primer año los módulos tendrán un rendimiento de, como mínimo el 98 %. A partir del segundo año, el módulo sufrirá un decrecimiento anual de su eficiencia del 0,55 % aproximadamente. Esto supone que, en el año 25, que es el tiempo estimado de la explotación de la planta, el módulo tendrá una potencia de 527,76 Wp.

Teniendo en cuenta que la dimensión de los módulos es de 2,465 x 1,134 m, la superficie de captación solar será de 4922,35 m².

Entre mesas habrá un pasillo de aproximadamente 4,93 m libres, y un pitch de 10 m.

La ubicación e implantación de todos los elementos se podrán observar de manera más detallada en los planos correspondientes.

2. ELEMENTOS

2.1. SEGUIDOR A UN EJE HORIZONTAL

Uno de los elementos más importantes de la instalación son los seguidores. Un seguidor es un dispositivo mecánico capaz de orientar los módulos para que la radiación solar incida de la manera más perpendicular posible sobre la superficie de éstos.

Como ya se ha comentado se utilizarán seguidores a un eje horizontal (N-S) con seguimiento Este-Oeste. Este tipo de seguidores a un eje son los que han demostrado mayor captación solar, lo que se traduce en un mayor número de HSP (Horas Sol Pico).

La siguiente tabla es una comparativa entre la producción de los diferentes tipos de estructuras para módulos fotovoltaicos. Se aprecia que la producción, en comparación con sistemas sin inclinación y con ángulo óptimo, es bastante mayor.

	SIN INCLINACIÓN	ÁNGULO FIJO	1 EJE AZIMUTAL
SIN INCLINACIÓN	100%	87%	66%
ÁNGULO FIJO	115%	100%	76%
1 EJE AZIMUTAL	152%	132%	100%

Tabla 6. Comparación de estructuras

La orientación del eje N-S de los seguidores será de 0°, por lo que el aprovechamiento de la radiación será lo máxima posible.

La cimentación de los seguidores consistirá en hincas de acero galvanizado clavadas directamente en el suelo, con una profundidad de 1,5 a 2 m atendiendo a los estudios geológicos y arqueológicos realizados.

Su diseño facilita el montaje, mantenimiento, desmantelamiento y sustitución de paneles. Los materiales que constituyen el sistema de fijación de los paneles disminuyen las dilataciones térmicas de manera que evitan la transmisión de cargas al seguidor.

El seguidor será de acero de alta resistencia S275JR y S.355JR, acero galvanizado en caliente G-90 y está diseñada para montar módulos de 60 y 72 células, aunque puede variarse en función de las necesidades.

El seguidor está diseñado de acuerdo a los coeficientes de seguridad y de combinación de hipótesis indicados en las normativas locales e internacionales (predominando la primera) y cumplen con las especificaciones técnicas que a continuación se exponen:

- Los módulos se instalarán en seguidores que soportarán 2 filas de 24 módulos en posición vertical, entendiendo por vertical, que el largo de los módulos sea perpendicular al eje. La distancia entre seguidores (pitch) será de 10 m de eje a eje.
- Estarán fabricadas en acero galvanizado en caliente con un espesor de galvanizado ajustado a las normas ISO correspondientes que asegure una vida útil mínima de 35 años.
- Se ha previsto que los seguidores irán con hincado estándar de 1,5 a 2 m de profundidad.
- La tornillería o materiales de fijación (pernos, tornillos, tuercas, arandelas, anclajes, etc.) deberán estar galvanizados, asegurando una protección adecuada contra la corrosión durante la vida útil de la planta.
- El material de los seguidores debe resistir la exposición a temperaturas ambiente comprendidas entre -20 °C y 50 °C.

2.2. INVERSOR

El inversor se encargará de convertir la corriente continua generada por los módulos en corriente alterna trifásica.

Su funcionamiento será automático. Se activará una vez la potencia alcanza el umbral mínimo para accionarse y, una vez comienza a funcionar, regula la tensión de entrada para trabajar en el punto de máxima potencia. También supervisa la frecuencia y la producción de energía. Cuando se alcanzan los valores óptimos, empieza a generar corriente alterna trifásica por la salida con el fin de inyectarla en la red.

Se instalarán un total de 11 inversores de 200 kW marca Huawei SUN2000-215KTL-H0, que cumplirán con los estándares de calidad requeridos para este tipo de instalaciones. Se han utilizado inversores de mayor potencia para cumplir con los criterios de Código de Red Europeos.En cumplimiento de la disposición adicional primera del RD 1183/2020, el PSFV dispondrá de un sistema de control, coordinado para todos los módulos de generación e instalaciones de almacenamiento que la integren, que impida que la potencia activa que éste pueda inyectar a la red supere su capacidad de acceso (2 MW).Este control se realizará mediante el Power Plant Controller (PPC), y estará comunicado con todos los inversores de string de la planta gracias al cable de fibra óptica.

Su rango de tensiones de entrada desde los módulos es bastante amplio, lo que da una gran versatilidad a la hora de configurar los strings.

El inversor SUN2000-215KTL-H0 tiene una eficiencia máxima del 99,00 % y 98,8 % de euroeficiencia. Dispone de 9 MPPT con dos entradas por cada MPPT, lo que supone un máximo de 18 entradas cada inversor.

Las características eléctricas más relevantes de los inversores utilizados son las siguientes:

Características eléctricas Huawei SUN2000-215KTL-H0	
Potencia Nominal	**200 kW**
Máx. Potencia Activa	**215 kW**
Máx. Corriente a 40 ºC	**144,4 A**
Tensión de red	**800 V, 3W + PE**
Frecuencia de red	**50 Hz**
Current Harmonic Distortion (THDi)	**< 1 %**
Tensión MPPT	**1.080 V**
Tensión CC Máxima	**1.500 V**
Número de entradas	**18**
Número de MPPT	**9**
Eficiencia/Euroeficiencia	**99,0 % / 98,8 %**

Tabla 7 - Características eléctricas del inversor Huawei SUN2000-215KTL-H0

En el Anexo I, se adjunta la ficha técnica completa de los equipos.

Los inversores poseen un sistema de comunicación para disponer de todos los datos de forma remota, monitorizando en todo momento el correcto funcionamiento de los equipos. Podrá verse en tiempo real el estado de todos los parámetros que afectan a la producción de energía eléctrica final de la instalación.

Poseen marcado CE y se ajustan a las exigencias de las Directivas EMC (EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3) y de Baja Tensión (EN 501878). Además, los inversores cumplen con la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión.

2.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.3.1. UBICACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La ubicación del edificio será determinada por los siguientes aspectos:

- El emplazamiento elegido deberá permitir el tendido, a partir de él, de todas las canalizaciones subterráneas previstas, de entrada y salida al CT, hasta las infraestructuras existentes a las que quede conectado.
- El nivel freático más alto se encontrará 0,30 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del edificio.
- Como norma general se accederá directamente desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal y materiales. Excepcionalmente, el acceso será desde una vía privada con la correspondiente servidumbre de paso para garantizar la entrada de personal y material en todo momento.
- Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes del centro de medida, hasta el lugar de ubicación del mismo.
- Los espacios correspondientes a ventilaciones y accesos cumplirán con las distancias reglamentarias y condiciones de la ITC-RAT 14 “Instalaciones Eléctricas de Interior” y lo establecido en el documento básico HS3 “Calidad de Aire Interior” del Código Técnico de la Edificación.
- No se podrán instalar estos centros en zonas inundables, y además se comprobará que el tramo del vial de acceso al local destinado a centro de transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.

2.3.2. **DIMENSIONES**

Las dimensiones del centro de transformación deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.
- La instalación del sistema de telecomunicaciones.
- La instalación del sistema de medida.

Las dimensiones para el centro de transformación proyectado son las que se muestran en la siguiente tabla para un centro prefabricado tipo pfu-5.

		pfu-3	pfu-4	pfu-5	pfu-7
Longitud [mm]		3280	4460	6080	8080
Ancho de cuerpo [mm]		2380			
Ancho de cubierta [mm]		2500			
Altura total [mm]	Cubierta estándar	3045			3240
	Cubierta sobreelevada	3240			-
Altura vista [mm]	Cubierta estándar	2585			2780
	Cubierta sobreelevada	2780			-
Peso [kg]*		10545	13465	17460	29090

Tabla 8. Dimensiones centro del transformación

2.3.3. **SUPERFICIES DE OCUPACIÓN**

En el diseño del centro de medida se tendrán en cuenta tanto las dimensiones de todos los elementos que habitualmente se instalan en su interior, como las dimensiones de la superficie necesaria para pasillos y maniobras según la ITC-RAT 14, no incluyendo la separación a pared de la aparamenta que debe facilitar el fabricante. Las zonas de servidumbre podrán superponerse.

2.3.4. **POTENCIAS DE TRANSFORMACIÓN**

2.3.4.1. Transformador de servicios auxiliares

En el presente proyecto el centro de medida constará de una máquina transformadora de 50 kVA de potencia, de llenado integral con pasatapas enchufables, para los servicios auxiliares.

El transformador se utilizará exclusivamente para alimentación de servicios auxiliares que puedan necesitar, tales como iluminación, control o comunicaciones, entre otros.

La refrigeración será por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma no forzada alrededor de la cuba, corresponde a la denominación ONAN según norma UNE-EN 60076-1.

El transformador será normalizado tipo TC-50/24/20 B2-K-PE. Se tomará como referencia la norma de la compañía distribuidora NI 72.30.00. Las características del transformador serán las que se indican en la siguiente tabla para el valor de 50 kVA:

Potencia asignada kVA	Tensión más elevada material kV	Pérdidas en vacío W	Pérdidas en carga a 75° C W	Nivel de potencia acústica dB(A)
50	≤ 24	90	1100	39
100		145	1750	41
250		300	3250	47
400		430	4600	50
630		600	6500	52
50	36	103	1210	39
100		167	1925	41
250		345	3575	47
400		494	5060	50
630		690	7150	52

Tabla 9. Características eléctricas del Transformador

2.3.4.2. Transformador de distribución

El centro de transformación constará de un transformador de 2500 KVA que conectará el parque solar fotovoltaico Castellet a la red de distribución.

La máxima transformadora será de llenado integral con pasatapas enchufables. La refrigeración será por circulación por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma no forzada alrededor de la cuba, corresponde a la denominación ONAN según norma UNE-EN 60076-1.

Las características del transformador son las siguientes:

Potencia nominal (kVA)		100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Pérdidas según norma 548/2014 (EcoDesign)		A0Ck									A0Bk			
Pérdidas W	en vacío	145	210	300	360	430	510	600	650	770	950	1200	1450	1750
	debidas a la carga a 75ºC	1750	2350	3250	3900	4600	5500	6500	8400	10500	11000	14000	18000	22000
Impedancia de CC %		4	4	4	4	4	4	4 or 6	6	6	6	6	6	6
Corriente de vacío 100%Vn		2,5	2,3	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9
Nivel de ruido dB(A)	Potencia de sonido LwA	41	44	47	49	50	51	52	53	55	56	58	60	63
	Presión de sonido LpA (1 m)	27	30	33	35	36	37	38	39	41	42	43	44	47
Eficiencia %	cos ϕ = 1 / 100% carga	98,11	98,40	98,58	98,65	98,74	98,80	98,87	98,87	98,87	99,04	99,05	99,03	99,05
	cos ϕ = 1 / 75% carga	98,49	98,72	98,87	98,92	98,99	99,04	99,10	99,10	99,11	99,24	99,24	99,23	99,25
	cos ϕ = 0,8 / 100% carga	97,63	98,00	98,23	98,31	98,43	98,50	98,59	98,59	98,59	98,81	98,81	98,78	98,81
	cos ϕ = 0,8 / 75% carga	98,12	98,40	98,58	98,65	98,74	98,80	98,87	98,88	98,89	99,05	99,05	99,04	99,06

Tabla 10. Características transformador de distribución

La relación de transformación será de 15/0,8 kV.

2.3.5. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Embarrado MT

La intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será, en general, de 400 A, tomando como referencia lo indicado en la Norma NI 50.42.11.

Corriente de Cortocircuito

Los materiales de MT instalados en los CT, deberán ser capaces de soportar las solicitaciones debidas a las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto que se indican a continuación:

- Intensidad asignada de corta duración (1 s): 16 kA
- Valor cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada: 50 kA
- Para materiales instalados en BT se considerará una corriente de cortocircuito de 25 kA (corta duración 1 s)

2.3.5.1. Celdas compactas

Las características generales de las celdas instaladas en el nuevo centro de medida serán las siguientes:

Función de medida

Celda modular de medida con aislamiento en aire. Su función será el alojamiento para transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con embarrado del centro de transformación, mediante barras o cables secos. Las características que debe cumplir las celdas son las siguientes para el nivel de aislamiento de 24 kV:

Características eléctricas			IEC	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60	50/60
Corriente asignada				
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630	400/630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125
Clasificación arco interno	IAC		AFL 20** kA 0,5 s/20** kA 1 s	
Corriente admisible asignada de corta duración Valor tk = (x) s	Ir	[kA]	16/20** (1/3 s) / 25 (3 s)	
* También disponible con Ur = 7,2 kV bajo demanda ** Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA				

Tabla 11. Características eléctricas función de medida

Función de remonte de cable

Celda modular de remonte de cable con aislamiento en aire. Su función será la conexión de cables con el embarrado, permitiendo comunicar con embarrado del centro de transformación, mediante barras o cables secos. Las características que debe cumplir las celdas son las siguientes para el nivel de aislamiento de 24 kV.

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630		600	
Línea	Ir	[A]	400/630		600	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50	35	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125	95	125
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 16 kA 1 s/20 kA 1 s		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s	

Tabla 12. Características eléctricas función de remonte de cable

Función de protección con interruptor automático

Celda modular de protección con interruptor automático de cable con aislamiento en aire. Su función será la conexión de cables con el embarrado, permitiendo proteger el embarrado del centro de transformación, mediante un interruptor automático con un sistema de protección por relés. Las características que debe cumplir las celdas son las siguientes para el nivel de aislamiento de 24 kV.

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	Ur	[kV]	12	24	15.5	27
Frecuencia asignada	fr	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Interconexión general de embarrado y celdas	Ir	[A]	400/630		600	
Línea	Ir	[A]	400/630		600	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	Ud	[kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	Ud	[kV]	38	60	38,5	66
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	Up	[kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	Up	[kV]	85	145	104,5	137,5
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 1 s/20* kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R**] 20 kA 1 s		AFL 16 kA 1 s/20* kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R**] 20 kA 1 s	
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	48		53	78
Interruptor automático			IEC 62271-100		IEEEC37.20.3	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)						
Valor tk = (x) s	Ik	[kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)		20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	Ip	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
Poder asignado de corte y de cierre						
Poder de corte asignado corriente principalmente activa	I1	[A]	400/630		600	
Poder de corte en cortocircuito	Isc	[kA]	16/20*/25		20/25	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	Ima	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65		50 Hz: 52,5*/62,5 60 Hz: 54,6*/65	
Poder de corriente capacitiva (50 Hz). Carga de cable		[A]	31.5		31.5	
Secuencia de maniobras nominales						
Sin reenganche automático rápido			CO-15 s-CO O-3 min-CO-3 min-CO		CO-15 s-CO O-3 min-CO-3 min-CO	
Con reenganche automático rápido			O-0.3 s-CO-15 s-CO O-0.3 s-CO-3 min-CO		O-0.3 s-CO-15 s-CO O-0.3 s-CO-3 min-CO	
Categoría del interruptor automático						
Endurancia mecánica (clase de maniobra)			10000-M2 / 2000-M1		10000-M2 / 2000-M1	
Endurancia eléctrica (clase)			E2-C2		E2-C2	

Tabla 13. Características eléctricas función de protección con interruptor automático

El centro de transformación 1 estará compuesto por:

- 1 celda de protección interruptor automático.
- 1 celda de remonte.
- 1 celda de medida.

2.3.5.2. Puentes de media tensión

Al igual que para las líneas de alimentación, se utilizarán cables unipolares aislados con aislamiento de polietileno reticulado.

Se emplearán cables de aluminio de 150 mm^2 de sección.

Los terminales podrán ser convencionales o enchufables en función de las características de las celdas y del transformador.

2.3.5.3. Puentes de baja tensión

La unión entre las bornas BT del transformador y el cuadro de BT se efectuará por medio de cables aislados unipolares de aluminio del tipo XZ1, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina, de tensión nominal 0,6/1 kV.

La conexión del cuadro de BT con el transformador se hará mediante un puente único.

En general, los puentes de BT de los CT prefabricados se instalarán al aire. En caso de instalarse sobre bandejas, preferiblemente serán de PVC y si se disponen sobre bandejas metálicas deberán conectarse a la red de tierra de protección.

2.3.5.4. Cuadros de baja tensión

El centro de transformación y medida irá dotado de 1 cuadro modular de distribución de baja tensión, cuya función es la de recibir los circuitos principales de la planta fotovoltaica y del trafo de servicios auxiliares. Las bases portafusibles a utilizar serán del tipo BTVC.

Tipo de cuadro BT Type of LV switchboard	Intensidad nominal Rated current (A)	Nº de salidas No. of outgoings	Dimensiones Dimensions (mm)
CBTO AS8	1600	8	1500 x 1030 x 300
CBTO AS5	1600	5	1485 x 730 x 290
CBTO AS4	1600	4	1485 x 660 x 290
CBTO AL4*	1000	4	1344 x 602 x 245
CBTO AL5	1000 / 1600	5	1419 x 802 x 300

Tabla 14. Cuadros de Baja Tensión

Los cuadros de baja tensión serán del tipo CBTO AS4 o similar, según se muestra en la imagen anterior, y tendrá las siguientes características eléctricas:

Intensidad nominal / Rated current		1000 A		1600 A
Intensidad nominal conexión grupo electrógeno Connection of power generator rated current		1000 A		1600 A
Maniobra general / Operation		Seccionador 3F+N Maniobra unipolar 3P+N Single pole disconnector		
Nº de salidas / Number of outgoings		4	5	8
Tipo de salidas / Type of outgoings		BTVC TRIVER+		
Norma / Standard		UNE-EN 61439-1 / UNE-EN 61439-5		
Tensión soportada a frecuencia industrial Rated insulation voltage	Fase- Masa* / Phase-Ground*	10 kV		
	Fase-Fase / Phase-Phase	2,5 kV		
Tensión soportada a impulso tipo rayo Rated impulse withstand voltage	Fase- Masa* / Phase-Ground*	20 kV		
Resistencia a cortocircuitos (1s) Rated short-time current (1s)	Valor eficaz Rated short-time withstand current	15 kA		25 kA
	Valor de cresta Rated peak withs tand current	31,5 kA		52,5 kA
Materiales autoextinguibles / Self-extinguishing materials		UNE EN 60 695-11-10 / UNE EN 60 085		
Grado de protección / Protection degree		IP2X UNE-EN 20324 IK08 UNE-EN 50102		

Tabla 15. Características del Cuadro de Baja Tensión

El cuadro de BT del CT estará previsto de una unidad funcional de control para alimentar los servicios auxiliares del mismo: alumbrado del CT y protección contra sobrecargas del transformador.

2.3.5.5. Protecciones

Protección contra sobreintensidades

En base a lo indicado en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1 referente a la protección de transformadores MT/BT, estos deberán protegerse contra sobreintensidades producidas por sobrecargas o cortocircuitos, ya sean externos en la baja tensión o internos en el propio transformador.

La protección se efectuará limitando los efectos térmicos y dinámicos mediante la interrupción del paso de la corriente, para ello se utilizarán generalmente cortacircuitos fusibles. La fusión de cualquiera de los fusibles dará lugar a la desconexión trifásica del interruptor-seccionador de protección del transformador. En casos excepcionales podrán utilizarse interruptores automáticos accionados por relés de sobreintensidad.

Protección contra sobrecargas del transformador

Esta protección la provee una sonda que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador y que provoca el disparo del interruptor-seccionador de la celda de protección de dicho transformador.

El ajuste de esta sonda será de 105 º C.

Según las características de los transformadores de distribución que se reflejan en la Norma UNE 20110, las temperaturas máximas admisibles, en permanencia, y para una temperatura del ambiente de 40 ºC, son:

- Para los arrollamientos: 65 ºC. (Total 105 ºC.)
- Para el aceite en su parte superior: 60 ºC. (Total 100 ºC.)

Según esta misma Norma UNE 20110, la temperatura máxima del punto más caliente, admisible permanentemente y sin deterioro para los elementos del transformador, es del orden de 140 ºC, incluyendo la temperatura ambiente, valor a partir del cual pueden producirse gases.

Protección contra cortocircuitos externos

La protección contra cortocircuitos externos en el puente que une los bornes del secundario del transformador y el Cuadro de BT, y en el propio embarrado del CBT estará asignada a los fusibles de MT. El calibre a utilizar será de 100 A.

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación en ningún caso deberán repercutir en el transformador, por lo cual el calibre de los fusibles que protegen las salidas desde el cuadro de BT se dimensionaran en función de las características de la línea que alimentan.

Protección contra sobretensiones en MT

La protección contra sobretensiones de la aparamenta instalada en el CT objeto del presente proyecto se realizará, si procede, colocando un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

2.3.5.6. Puesta a tierra

El CT estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio centro de medida.

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el de Protección y el de Servicio, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea inferior a 1.000 V.

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de servicio en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra de protección sean tales que ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000 V.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra de protección, con carácter general las masas de MT y BT, y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envolvente metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Pararrayos Autoválvula de MT.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Bornas para conexión a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de protección.

Al circuito de puesta a tierra de servicio se conectará el neutro de BT del transformador y la barra general de neutro del cuadro de BT.

2.3.6. **ACTUACIONES DE OBRA CIVIL**

Los edificios prefabricados para alojar CT de superficie podrán ser de tipo monobloque o constituidos por varias piezas o paneles prefabricados de hormigón armado convenientemente ensamblados.

Estarán preparados para albergar toda la aparamenta y equipos de acuerdo a las configuraciones descritos en el apartado correspondiente de la presente memoria, con tensión máxima del material 24 ó 36 kV y potencia máxima de los transformadores de 2.500 kVA.

El terreno sobre el cual deba ir situado el centro de transformación y medida, deberá compactarse previamente con un grado no menor al 90%.

En los casos en los que durante la ejecución se considere que el terreno es blando, siempre que el director facultativo lo considere necesario, se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:

- Hormigón armado (varillas de 4 mm y cuadro de 20x20 cm).
- 15 cm de grosor.
- Dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie de RP sobresaliendo 15 cm por cada lado.
- Se instalarán tubos de paso para las puestas a tierra.

En cualquier caso, directamente sobre el terreno compactado o sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 o 15 cm de grosor.

La presión que el edificio ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm^2.

2.3.7. **SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

En la construcción se tomarán las medidas de protección contraincendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 5.1 del ITC-RAT 14, el Documento Básico DB-SI “Seguridad en caso de Incendio” del Código Técnico de la Edificación y las Ordenanzas Municipales aplicables en cada caso. En nuestro caso, se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, ya que no es obligatoria la disposición de un sistema fijo.

3. LÍNEA DE EVACUACIÓN

3.1. EMPLAZAMIENTO

Los elementos de la línea de evacuación estarán situados en el término municipal de Torrejón de Velasco (Madrid). Su situación exacta figura en los planos adjuntos.

A continuación, se indican las coordenadas UTM en sistema ETRS 1989 de las instalaciones implicadas:

Lugar de referencia	y ~ u •	z ~ u • W	, µ • }
Inicio Línea Subterránea	434.178	4.447.460	30
Fin Línea Subterránea	434.189	4.447.467	30

Tabla 16. Coordenadas infraestructura de evacuación

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta consiste en construir un nuevo tramo de línea subterránea simple circuito que constará de dos tramos. La línea conectará el centro de transformación del parque solar fotovoltaico, ubicado en el polígono 82 parcela 15 del TTMM de Torrejón de Velasco con el punto de conexión ubicado en la Ref. Catastral 28150A015000820000HS.

La línea tiene una longitud total de 19,59 metros. Para el circuito de la línea, se utilizará el conductor AL HEPR-Z1 12/20 kV 1x240 mm2.

Para ver el trazado y canalizaciones, consultar planos adjuntos.

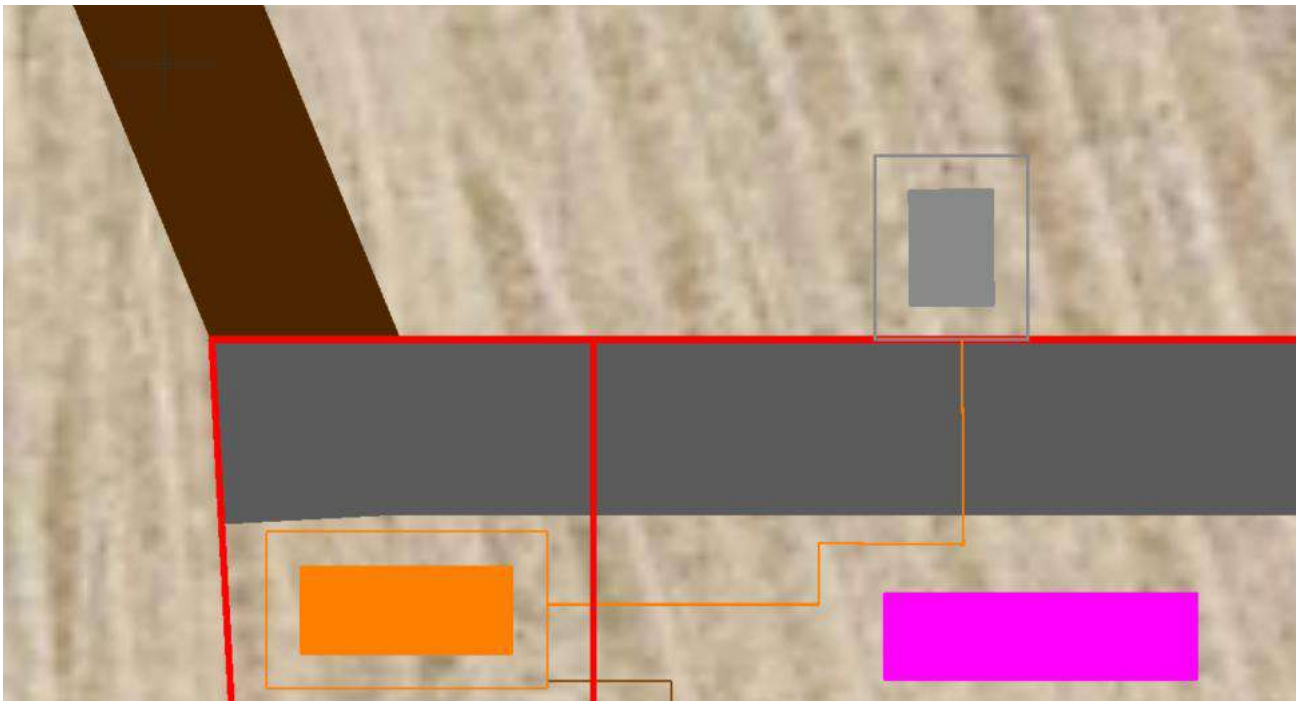


Ilustración 3. Trazado completo LSMT

3.2.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Al tender el cable en la zanja se estará bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro que será relleno por hormigón. Por encima, se rellenará con una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo urbano, es decir, la construcción de otras redes subterráneas eléctricas de B.T. de alumbrado público, las acometidas de redes subterráneas de B.T., y demás instalaciones de otros organismos.

La canalización será del siguiente tipo:

- Zanja Tipo 1: Canalización simple circuito con tubos de PE cubierto por un prisma de hormigón. Longitud total: 19,59 metros

Durante la ejecución, en caso de encontrarse con cruzamientos de distintas vías de abastecimiento y saneamiento de la urbanización en construcción, la canalización eléctrica, en la medida de lo posible, irá por la parte superior de la canalización de agua (según lo indicado en el apartado 7.3 del presente proyecto) y siempre por encima de las canalizaciones de saneamiento. La profundidad de la canalización podrá incrementarse o disminuirse para cumplir con las distancias de seguridad indicadas para el cruzamiento. La profundidad mínima admitida para los tubos será de 0,8 m. En caso de no poder cumplir con las distancias descritas en el apartado 7.3 y fuera necesaria una profundidad de enterramiento inferior a 0,8 m, de manera excepcional, el cable se enterrará a una profundidad superior y realizará el cruzamiento por debajo de las canalizaciones de abastecimiento, siempre con previa autorización de la compañía distribuidora.

3.3. NIVELES DE TENSIÓN

3.3.1. TENSIONES EN MT

La corriente eléctrica será alterna y trifásica a la tensión de 15 kV en el nivel de Alta Tensión, la frecuencia será de 50 Hz y el nivel de aislamiento del conjunto de la instalación será de 12/20 kV según la tabla 12 de la ITC-LAT-07.

Tensión Nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
U ≤ 20	24	50	125
20 < U ≤ 30	36	70	170

Tabla 17. Niveles de tensión

Donde,

U: Tensión nominal eficaz a 50 Hz entre dos conductores.

Um: Tensión eficaz máxima a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera, para los que se ha diseñado el material. Es la tensión máxima que puede ser soportada permanentemente en condiciones normales de explotación en cualquier punto de la red. Excluye las variaciones temporales.

3.3.2. **TENSIONES DE AISLAMIENTO**

El aislamiento se dimensionará en función del nivel de tensión de la red proyectada y de los requerimientos indicados en la ITC-RAT 12, de acuerdo con lo indicado en la tabla del punto anterior.

3.4. ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MT

3.4.1. **CABLE AISLADO DE POTENCIA**

Los cables a utilizar en las redes subterráneas de media tensión objeto del presente proyecto serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 ºC), con pantalla metálica de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira con una sección total de 16 mm2. La sección del conductor previsto es de 240 mm2.

Se ajustarán a lo indicado en las Normas UNE-HD 620-9E, UNE 211620 y ITC-LAT-06. Los circuitos de las líneas subterráneas de media tensión se compondrán de tres conductores unipolares y de las características que se indican en la siguiente tabla.

Características	Valores
Nivel de aislamiento	12/20 (kV)
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	240 mm^2

Tabla 18. Características del conductor

Los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio del tipo y características que se indican continuación:

AL HEPR-Z1 12/20 kV 1x240

Tipo		Unipolar
Sección		240 mm2
Naturaleza		Aluminio
Resistencia máxima del conductor a 20 C		0,125 Ω /km
Aislamiento		HEPR
Temperatura máxima asignada al conductor	Servicio normal	105 ºC
	Cortocircuito 5 seg.	250 ºC
Proceso de fabricación		Triple extrusión simultánea
Tensión nominal		12/20 kV
Intensidad máxima admisible en servicio permanente en instalación enterrada a una temperatura de 25 ºC		345 A
Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor (1s)		22,56 kA
Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (1s)		3,13 kA
Radio mínimo de curvatura:		540 mm
Capacidad por Km		0,435 µF/km
Reactancia por Km		0,102 Ω/km

3.4.2. **TERMINACIONES**

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior:

Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las Norma UNE 211027.

Terminaciones separables:

Se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en. Serán acordes a las Norma UNE 211027.

3.4.3. **EMPALMES**

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Como norma general se evitará la realización de empalmes, y se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío en caso de que no sea posible evitar su uso.

3.4.4. **PARARRAYOS**

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099 y serán del tipo Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores, para redes de MT hasta 36 kV.

3.4.5. **PUESTA A TIERRA**

Las pantallas metálicas de los conductores de Media Tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos y en puntos intermedios.

4. EJECUCIÓN

4.1. OBRA CIVIL

Los materiales y elementos que deben integrar la obra o, que intervienen directamente en la ejecución de los trabajos a utilizar se regirán por normativas nacionales y estándares y métodos internacionales recogidos a continuación:

4.1.1. **ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN**

- Grados de hormigón: 20, 25 y 30.
- Aceros: B500S.

4.1.2. **ESTRUCTURAS DE ACERO**

- Aceros: S355JR- S275JR.

4.1.3. **ZANJAS, ARQUETAS Y CANALIZACIONES**

Las zanjas, tendrán, unas dimensiones de 40, 95 y 128 cm de ancho y 101.5 cm de profundidad, en función del número y tipo de cables que aloje (líneas de BT, según el tramo). Se colocará una banda de señalización a 20 cm y una banda de protección a 45 cm del nivel definitivo del suelo.

El cableado de los strings irá fijado a las estructuras. Para el relleno de las zanjas, se contemplan los siguientes:

- Relleno: Esta capa de relleno deberá ser compactada mecánicamente en capas de 20 cm. Y deberá ser seleccionado de modo de no contener gravas de tamaño mayor a 3", restos de escombros, sales solubles y materia orgánica.
- Cama de Apoyo: Los cables irán directamente enterrados sobre cama de arena de río de 5 cm y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 10 cm por encima y envolviéndolos completamente.

Los cables se tenderán directamente enterrados, serán resistentes al agua y tendrán protección antirroedores.

Los extremos de los recubrimientos de los cables no deben ser puntiagudos. Los cables deben ser protegidos del esfuerzo mecánico.

Se deberán instalar arquetas a lo largo de la planta. Serán de hormigón o polipropileno reforzado, estas últimas protegidas con una capa alrededor de hormigón de 10 cm en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos., solo cuando el cableado sea bajo tubo.

Las tapas serán de polipropileno reforzado y de fundición o de obra en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos.

4.1.4. **MOVIMIENTO DE TIERRA**

En función del tipo de terreno se realizarán diferentes labores para conseguir la capacidad portante necesaria.

Se realizará una aportación de una capa de zahorra o material de aporte externo de 20 cm en los viales interiores, en la zona de ubicación del centro de seccionamiento y de transformación y en lugares que lo requieran para garantizar, de este modo, la calidad mínima del terreno en toda la superficie.

Se construirá un sistema de drenaje con una cuneta de forma triangular para controlar, conducir, evacuar y filtrar el agua del terreno. Deberá ser calculado y diseñado consultando los datos meteorológicos y geológicos de la zona de la instalación aportando el pertinente estudio de drenaje o hidrogeológico. Se requerirá para los componentes del sistema de drenaje, las especificaciones técnicas, certificaciones y garantías disponibles considerando un periodo de retorno para la evaluación de precipitaciones de 100 años.

Se intentará realizar el mínimo movimiento de tierras posible, para evitar modificar la orografía natural del terreno.

4.1.5. **ACCESOS Y CAMINOS**

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

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

Se evitará la formación de charcos y balsas en los laterales del camino.

4.1.6. **VALLADO PERIMETRAL**

Se realizará un vallado perimetral de tipo cinegético.

Se dotará a dicha valla de una cancela de entrada con dimensiones adecuadas para el paso de personas y vehículos. Los retranqueos de vallado dependerán de la normativa de aplicación en función de las diferentes distancias a respetar por las infraestructuras y elementos naturales colindantes con la planta, así como la normativa local vigente.

Los cerramientos o vallados perimetrales de la instalación deberán tener una tipología que permitan ser permeables a la fauna silvestre por su zona inferior.

Al respecto es recomendable emplear una malla metálica anudada de tipo ganadero, con una altura máxima de 2 m, un número máximo de 20 hilos o alambres horizontales y una separación constante entre los hilos verticales de la malla de 30 cm. La distancia mínima entre los dos hilos horizontales de la malla será de 15 cm. El único sistema de anclaje de la malla al terreno serían los propios postes de sustentación, contemplando la alternativa de que los mismos sean de madera tratada para una mejor integración en el paisaje del entorno. La valla carecerá de elementos cortantes o punzantes en toda su longitud, ni tampoco tendrá otros anclajes al suelo o cables tensores inferiores, ni estar rematada por viseras o voladizos en su parte superior.

No será necesario realizar cimentaciones ya que los perfiles verticales extremos del vallado irán hincados como indica el correspondiente plano.

4.1.7. **EDIFICACIONES**

El edificio será del tipo prefabricado de hormigón compuesto por un cerramiento exterior formado por paneles de hormigón armado con malla doble de acero electrosoldado.

La cubierta estará formada de placas de hormigón armado, armadas con mallas electrosoldadas rematadas en su parte superior mediante impermeabilización y en su interior el aislante a base de poliuretano.

Los espesores y armados están considerados para soportar una sobrecarga de 120 kg/m^2 y la acción debida al empuje del viento de 120 km/h (192,2 kg/m^2)

En la sala de control se dispondrá de un suelo técnico para la distribución de cables de control.

El edificio estará dotado de un sistema de climatización por bomba de calor con termostato situado en la zona de control del edificio que permitirá conservar unas condiciones uniformes de temperatura en el interior del edificio.

También estará dotado de un sistema de detección de incendios a base de detectores termo- velocimetritos y ópticos, y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección. Además de un sistema de anti-intrusismo con alarma.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección. Esta central de alarmas será común a ambos sistemas (antiincendios y anti- intrusismo), tendrá un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades de ambos, y de ella partirá una señal para la señalización local y otra hacia el sistema de comunicaciones.

El sistema de extinción consistirá en un sistema de extintores móviles de 5 kg de capacidad de CO_2 en el interior del edificio.

Se ha previsto dotar al edificio de los sistemas de alumbrado adecuados con los niveles luminosos reglamentarios.

El alumbrado normal se llevará cabo mediante armaduras semiestancas equipadas con equipos de fluorescencia en alto factor. Su distribución será empotrada en falso techo en la zona de control, y de forma uniforme evitándose sombras y zonas de baja luminosidad que dificulten las labores de control y de explotación.

En los puntos que así se requiera se dispondrá de un alumbrado localizado que refuerce al general de la instalación.

Los circuitos de alumbrado se alimentarán desde el cuadro de Servicios Auxiliares donde se dispondrán los interruptores magnetotérmicos de protección de los diferentes circuitos, así como los dispositivos de protección diferencial de los mismos.

El edificio estará dotado de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios de arranque instantáneo ante la ausencia de la tensión principal. Los equipos serán autónomos, de la potencia y rendimiento reglamentario. Además de las funciones propias de alumbrado en emergencia, cumplirán también las de señalización de los diferentes puntos de salida y evacuación del personal.

El edificio destinado para el sistema de control y protección de la planta "PSFV TORREJON DE VELASCO" dispondrá de todo el equipamiento mencionado.

Respecto al saneamiento, la conexión de los bajantes del edificio se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la fosa séptica.

Para el abastecimiento de agua corriente se utilizará un depósito de 1000 litros de capacidad. Las aguas fecales pasarán desde el aseo a una fosa séptica, con recogida periódica en un tiempo estipulado mediante camión especializado.

4.2. ESTRUCTURA SEGUIDOR

La orientación del eje N-S de los seguidores será de 30º, por lo que el aprovechamiento de la radiación será la máxima posible. Para la instalación se marcarán varios puntos topográficos para su correcta ejecución.

La cimentación de los seguidores consistirá en hincas con perfiles de acero clavadas directamente en el suelo, con una profundidad aproximada de 1,5 m. Para ello se utilizará maquinaria específica para el hincado de estos perfiles.

El propio diseño de la estructura facilita el montaje, mantenimiento, desmantelamiento y sustitución de paneles. Los materiales que constituyen del sistema de fijación de los paneles disminuyen las dilataciones térmicas de manera que evitan la transmisión de cargas a la mesa.

Los módulos se instalarán con una disposición 2V, en posición vertical. Se quedará libre un pasillo entre filas de módulos de 4,93 metros aproximadamente.

4.3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

4.3.1. **SISTEMA CA/CC**

El tipo de conductor que se utilizará será para corriente continua H1Z2Z2-K 1,5/1,5 y para corriente alterna RV-k 0,6/1 kV, hasta 1,8 kV DC, clase II, con la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos excesivos en los conductores. La caída de tensión máxima admitida en el cálculo de las secciones será del 1,5 % para corriente continua y corriente alterna. Todo el cableado deberá ser libre de halógenos y cumplirán las siguientes normas:

- No propagación de llama según EN 603332-1-2, DIN VDE 0482.

- No propagación de incendio según EN 50305-9, EN 50266-2-4.
- Baja emisión de humos según EN 50268-2
- Baja toxicidad según EN 50305 ITC 3.

Además, el cableado de Baja Tensión que discurra al aire libre, deberá ser de calidad solar, es decir, estar a radiación solar directa, trabajar de forma continua a 120 ºC y contar con un aval de durabilidad por un período de, al menos 35 años.

Aunque los conductores sean de clase II, todas las partes metálicas dispondrán de una toma a tierra.

Los módulos irán agrupados en strings de 24 y 12 módulos en serie, para llegar así a la tensión de trabajo del inversor. Los strings irán cableados con conductor de cobre tipo H1Z2Z2-K, y con nivel de aislamiento 1,5/1,5 kV DC. La sección del primer y el último módulo de cada string será de 6 mm².En cada inversor se pasará a corriente alterna y, desde el inversor se transportarán en CA hasta el Centro de Transformación, el cual se encargará de elevar la tensión desde 800 V hasta 15 kV.

Por último, desde el centro de transformación, saldrá una Línea Subterranea de Media Tensión hasta el centro de seccionamiento y de ahí se realizará la evacuación (objeto de otro proyecto) hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).

El cableado de los strings estará sujeto a la estructura con bridas, evitando que puedan quedar sueltos.

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El trazado será lo más rectilíneo posible. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas UNE).

4.3.2. **PROTECCIONES Y CUADROS DE CONEXIÓN**

De forma general, la instalación debe contar con las siguientes protecciones en cumplimiento con el artículo 11 del Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre:

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

La instalación tendrá protecciones y cuadros de conexiones adecuados para garantizar la seguridad y evitar daños en los equipos en caso de fallo.

La Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-01 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), define el contacto directo de la siguiente manera: "contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos que forman la instalación"; y, el contacto indirecto de la que sigue: "contacto de personas o animales con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento".

Por otro lado, el REBT en su ITC-BT-24, no especifica que en instalaciones fotovoltaicas haya que aplicar estas medidas de protección.

4.3.3. **PROTECCIONES EN CORRIENTE CONTINUA**

Contactos directos e indirectos

Dadas las tensiones de funcionamiento que se darán usualmente en la instalación se tomaran las medidas oportunas en los elementos que la conforman para evitar el contacto directo con las partes activas de los materiales eléctricos.

Los medios a utilizar vienen descritos en la norma UNE 20.460-4-41 y salvo indicación contraria serán habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera del alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.
- Para evitar las consecuencias de un posible contacto indirecto no habrá acceso directo a las conexiones, los materiales utilizados cumplirán las siguientes medidas:
- Módulos fotovoltaicos: Bornas de conexión en el interior de las cajas, con la tapa atornillada y el aislamiento normalizado correspondiente en la entrada de cables.
- Tendrán un nivel de aislamiento del tipo clase II.
- Cajas de conexión del campo de paneles: Bornas en el interior de la caja con la tapa atornillada y el aislamiento normalizado correspondiente en la entrada de cables.
- Serán del tipo de doble aislamiento, resistentes a las condiciones climáticas, por lo que tendrán un grado de aislamiento mínimo IP 65 y serán resistentes a la radiación.
- Inversor: Bornas de conexión interiores con tapa de acceso a ellas atornillada, entrada de cables mediante prensaestopas.
- En todos los casos se utilizarán cables de doble aislamiento RV-K 0,6/1kV AC y 1/1,8 kV DC según norma UNE 21123.
- El generador fotovoltaico proporcionará los niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, garantizando con una adecuada puesta a tierra del sistema que una hipotética tensión de contacto no supere los 24 V especificados para este tipo de instalaciones. A este fin, existirá un controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detectará la aparición de un fallo de aislamiento, garantizando que la corriente de defecto no supere los 30 mA.

Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones

Para la protección contra las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran darse en la parte de corriente continua de la instalación se colocarán fusibles seccionables y se utilizará la protección del inversor.

- Fusibles seccionables: su misión será la de proteger los ramales del generador fotovoltaico contra cortocircuitos u otro tipo de sobre intensidad. A la vez, permitirán el aislamiento de cada ramal del resto del generador fotovoltaico cuando sea necesario, ya sea por labores de mantenimiento u otras incidencias que lo requieran. Estarán ubicados en las cajas de conexiones de grupos paralelos instaladas a este propósito. Cada ramal dispondrá de dos unidades (una en el positivo y otra en el negativo). Serán del calibre adecuado a la intensidad máxima admisible del conductor.
- El inversor, tiene en la entrada un magnetotérmico que protege a los cables de entrada contra las posibles sobrecargas y cortocircuitos.
- Para la protección de la instalación contra posibles sobretensiones de origen atmosférico, se utilizarán varistores y pararrayos.
- Varistores: Son dispositivos de protección frente a sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas. Se ha previsto una protección interna, incorporada en el inversor, que elimina los peligros de las sobre tensiones que puedan aparecer, bien ante caídas directas o bien por sobre tensiones inducidas por caídas cercanas a la instalación. Opcionalmente, se podrán colocar varistores, distribuidos en las cajas de conexiones del campo fotovoltaico, al objeto de realizar la protección “basta” contra la sobretensión generada, dejando a los varistores del inversor la protección “fina” de la misma.

4.3.4. **PROTECCIONES EN CORRIENTE ALTERNA**

Los medios a utilizar para la protección de contactos directos vienen descritos en la norma UNE 20.460-4-41 y salvo indicación contraria serán habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera del alcan ce por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual
- Vigilante de Aislamiento permanente al tenerse sistema de distribucion IT

Se utilizará la puesta a tierra de las masas asociado con interruptores diferenciales que desconectan el circuito en caso de defecto. Con tal fin, en el origen de los circuitos, se instalarán interruptores con bobina de desconexión por protección diferencial. La sensibilidad de los mismos será de 30 o de 300 mA, garantizando una protección altamente eficaz.

Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones

La instalación dispondrá de elementos de protección contra sobretensiones y sobre intensidades.

Los defectos motivados por sobrecarga o cortocircuito que se pudiesen presentar en los conductores, se protegerán mediante interruptores automáticos magnetotérmicos omnipolares de calibre adecuado a la intensidad máxima admisible del conductor. El poder de corte de los interruptores automáticos estará dimensionado de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en la instalación.

Todos estos aparatos irán instalados en un conjunto de cajas modulares en consonancia con la normativa aplicable.

Todos estos aparatos irán instalados en un conjunto de cajas modulares de doble aislamiento, de gran robustez mecánica, construidas con poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapas de policarbonato transparente, ininflamables, no higroscópicas, resistentes a la corrosión, duración ilimitada y mecanizables, siendo las características técnicas las siguientes:

- Autoextinguibilidad, según Norma UNE 53315/75
- Grado de Protección, IP-659 según Norma UNE.
- Rigidez Dieléctrica, superior a 5.000 V.
- Resistencia de Aislamiento, superior a 5 MΩ

Armónicos y compatibilidad electromagnética

La instalación deberá cumplir con lo dispuesto en el artículo 13 del Real Decreto 1663/2000 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4.3.5. **PUESTA A TIERRA**

La puesta a tierra de las masas de la instalación tiene por objeto proteger a las personas en el caso de un defecto que provoque la aparición de corriente en un punto donde no debe haberla.

El artículo 12 del Real Decreto 1663/2000 indica que “las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a tierra independientemente del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro”.

En el punto 5.9.3. Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE también se indica lo mismo que en el artículo 12 del RD 1663/2000, pero sin hacer mención a la independencia con respecto a las masas del resto del suministro.

La instalación y la elección de los materiales se utilicen para la puesta a tierra deben de cumplir las siguientes:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por: barras, tubos, pletinas, conductores desnudos, placas anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones,

armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas y otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas. Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Líneas principales de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección. La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne de conexión de puesta a tierra para los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	Sección de mínima de los conductores de protección S_p (mm^2)
S ≤ 16	$S_p = S$
16 < S ≤ 35	$S_p = 16$
S > 35	$S_p = S/2$

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la tabla solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando dicha tabla.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 $mm^{2,}$ si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 $mm^{2,}$ si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

Red de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm^2. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm^2 si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Para proteger toda la instalación fotovoltaica contra rayos, se decide colocar una pica de puesta a tierra por cada inversor y por cada cámara de seguridad, sumando un total de 31 picas.

Todas las partes metálicas de la instalación incluido el vallado perimetral se conectará a la red equipotencial de tierras.

4.4. CUADROS ELÉCTRICOS

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

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

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

Las características de los armarios de cuadros de BT serán las siguientes:

- Deberán ser aptos para instalaciones exteriores en material poliéster y en interiores en chapa.0
- Serán auto-extinguibles.
- Las cajas de intemperie cumplirán con IP65, mientras que las de interior tendrán un mínimo de IP20.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.
- Resistentes a la temperatura: -40º C y 100 horas a + 150 º C.
- Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con un IP68.
- El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.
- Apertura por medio de puerta abatible con llave.
- Se realizarán los ensayos relativos a los riesgos del fuego.
- En caso de cierre con tornillos estos deberán ser imperdibles.
- No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.
- Todos los armarios dispondrán de una clema o barra de conexión a tierra.
- Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, seguidores, módulos, inversores, motores, etc.) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.
- Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.

4.5. SERVICIOS AUXILIARES

Se dispondrá de un sistema de SS.AA. para alimentar los equipos del Parque Solar Fotovoltaico: inversores, centros de transformación, equipos de control, seguridad, comunicaciones, estación meteorológica, etc. Estará dimensionada para cubrir todas las necesidades. Para ello se definirá un sistema de SS.AA. de potencia 50 kVA. Será necesario el uso de un transformador, por lo que se implantará un transformador 15/0,420 kV para el circuito de SS.AA.

4.6. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL

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

Con la información suministrada por la red de inversores, el sistema de monitorización y control tendrá una visión completa (tipo SCADA) del estado de la Planta y permitirá un mejor aprovechamiento de la misma, permitiendo detectar averías en tiempo real, tomar medidas correctoras que eviten la inutilización de un equipo y la correspondiente perdida de producción así como la adopción de medidas correctoras que eviten la inutilización de un inversor y la correspondiente pérdida de producción.

El PC o servidor sobre el que se instale el sistema de monitorización y control se ubicará en la Sala de Comunicaciones con la que se dotará al Edificio de Control, la cual deberá estar convenientemente ventilada y climatizada. Además, se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permita mantener operativo el sistema de control y monitorización, así como el sistema de seguridad, ante posibles cortes de alimentación durante un período mínimo de una hora.

En cuanto a este Parque Solar Fotovoltaico se ha optado por un sistema cableado de comunicaciones vía ethernet, por lo que los elementos que se instalarán serán:

- Cable de comunicaciones de fibra óptica entre los inversores y el PC.
- Tarjetas de entradas analógicas en los inversores para la lectura de variables meteorológicas externas provenientes de la estación meteorológica.
- Tarjetas en los inversores para la conexión con el PC.
- Repartidores ópticos, switches, routers, etc. para la transición fibra óptica – cobre (RJ-45, Ethernet, TCP/IP).

En el Edificio de Control se instalará un PC para visualizar las variables de la instalación y gestionarlas de la forma más eficientemente posible. En el PC se instalará un software que permita la integración de inversores y dispositivos para el control bajo un mismo software. Este software posibilitará:

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

El sistema de control estará comunicado con el SCADA del Despacho del Gestión del Promotor, de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral de la Planta. Así mismo, los datos de Producción de la Planta deberán enviarse al Centro de Control para el Régimen Especial de REE (CECRE). La definición de los sistemas de telecomunicaciones desde el Edificio de Control hasta el exterior (Despacho del Promotor y CECRE) deberá ser objeto del Proyecto de Ejecución de Detalle.

4.7. SISTEMAS DE SEGURIDAD (CCTV)

Las instalaciones deberán estar vigilada 24h mediante personal convenientemente habilitado, evitando posibles robos de los materiales de las instalaciones.

Además, se instalará un sistema de seguridad perimetral que perseguirá evitar la intrusión de personas y/o vehículos a los recintos que delimitan la Planta Solar.

Dado que la planta está dividida en dos zonas separadas, se duplicará todo este capítulo para atender a cada una de las dos.

El objetivo fundamental de este sistema es proporcionar un perímetro hermético en el mayor grado posible que permita detectar cualquier intento de intrusión en el perímetro restringido. Este sistema estará formado por los siguientes elementos mínimos:

- Sistema de Circuito Cerrado de TV (CCTV), dotado de cámaras con visión infrarroja. Se dispondrán cámaras en los siguientes lugares:
  - Perimetrales, que permitan la visualización de todo el perímetro de la planta.
  - Junto a la entrada de la planta y el Edificio de Control y Mantenimiento.
- Dispositivos de detección de movimiento, que activarán una alarma y redirigirán las cámaras del CCTV. Estarán conectados a la central de recepción de alarmas, que estará directamente comunicada con el personal de la Planta.
- También se podrán utilizar columnas barreras de microondas o sistemas adicionales.

4.8. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

4.8.1. RBDA PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO

La superficie ocupada de las parcelas utilizadas para la implantación del Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco, es la siguiente:

Municipio	Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Superficie ocupada (m²)	Uso
Torrejón de Velasco	15	82	28150A015000820000HS	30.772	Agrario
Torrejon de Velasco	15	81	28150A015000810000HE	613	Agrario

Tabla 19 - Relación de Bienes y Derechos afectados por el Parque Solar Fotovoltaico

4.9. RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Se recopilará toda la información de todos los servicios que estén afectados por la implantación de la planta solar fotovoltaica. Además, se recabará de los Organismos afectados los posibles condicionantes o normas existentes.

Los organismos que se ven afectados por la implantación del parque solar fotovoltaico Torrejón de Velasco son los siguientes:

- Ayuntamiento de Torrejón de Velasco

Granada, mayo de 2025

[redacted]

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA CONCEDIDA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

DOCUMENTO 2: ANEXOS

ÍNDICE

- ANEXO 1: ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

- ANEXO 2: ENERGÍA PRODUCIDA

- ANEXO 3: CÁLCULOS ELÉCTRICOS PLANTA FOTOVOLTAICA

- ANEXO 4: CRONOGRAMA

- ANEXO 5: GESTIÓN DE RESIDUOS

- ANEXO 6: DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

- ANEXO 7: PUNTO DE CONEXIÓN

- ANEXO 8: CALCULOS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

- ANEXO 9: MONITORIZACIÓN Y PPC

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

ANEXO 1: ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

ÍNDICE

1. MÓDULO JINKO SOLAR JKM620N-78HL4-BDV..... 3

2. INVERSOR HUAWEI SUN2000-215KTL-H0..... 4

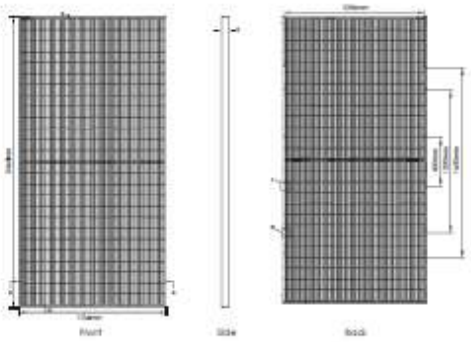
3. SEGUIDOR PVH MONOLINE 5

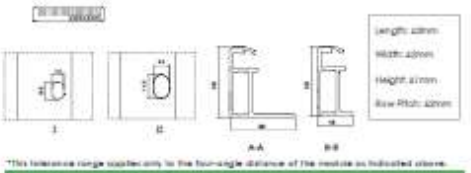
4. CABLEADO CORRIENTE CONTINUA 6

5. CABLEADO CORRIENTE ALTERNA..... 8

1. MÓDULO JINKO SOLAR JKM620N-78HL4-BDV

Engineering Drawings



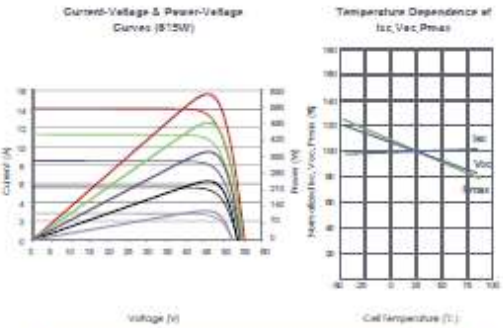


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

36pcs/pallet, 72pcs/stack, 576pcs/ 40'HG Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2465×1134×30mm (97.05×44.65×1.18 inch)
Weight	34.6kg (76.38 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM605N-78HL4-BDV		JKM610N-78HL4-BDV		JKM615N-78HL4-BDV		JKM620N-78HL4-BDV		JKM625N-78HL4-BDV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	605Wp	455Wp	610Wp	459Wp	615Wp	462Wp	620Wp	466Wp	625Wp	470Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	45.42V	42.23V	45.60V	42.35V	45.77V	42.46V	45.93V	42.57V	46.10V	42.68V
Maximum Power Current (Imp)	13.32A	10.77A	13.38A	10.83A	13.44A	10.89A	13.50A	10.95A	13.56A	11.01A
Open-circuit Voltage (Voc)	55.17V	52.41V	55.31V	52.54V	55.44V	52.66V	55.58V	52.79V	55.72V	52.93V
Short-circuit Current (Isc)	13.95A	11.26A	14.03A	11.33A	14.11A	11.39A	14.19A	11.46A	14.27A	11.52A
Module Efficiency STC (%)	21.64%		21.82%		22.00%		22.18%		22.36%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

BIFACIAL OUTPUT-REARSIDE POWER GAIN

5%	Maximum Power (Pmax)	635Wp	641Wp	646Wp	651Wp	656Wp
	Module Efficiency STC (%)	22.73%	22.91%	23.10%	23.29%	23.48%
15%	Maximum Power (Pmax)	696Wp	702Wp	707Wp	713Wp	719Wp
	Module Efficiency STC (%)	24.89%	25.10%	25.30%	25.51%	25.71%
25%	Maximum Power (Pmax)	756Wp	763Wp	769Wp	775Wp	781Wp
	Module Efficiency STC (%)	27.05%	27.28%	27.50%	27.73%	27.95%

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

JKM605-625N-78HL4-BDV-F3-EN

2. INVERSOR HUAWEI SUN2000-215KTL-H0

SUN2000-215KTL-H0

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.00%
European Efficiency	≥98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C – 60°C (-13°F – 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 – 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

3. SEGUIDOR PVH MONOLINE

MONOLINE+ 2P

GENERAL SPECIFICATIONS

Tracker	Independent-row horizontal single-axis
Maximum length	70 m
Maximum width	5 m
Module configuration	2 modules in portrait
Rotational range	E-W: +/- 60°
Motor per MWp	Depending on the size, the type of the module and the number of modules per string. 3 motors per row. (Maximum 70 meters lenght)
Ground cover ratio	30-50%
Modules supported	All market available modules
Slope tolerance	N-S: up to 23.5% every 20 m. E-W: unlimited
Module attachment	By bolts and nuts, rivet or clamps for frameless modules
Allowable wind load	Tailored to site specific condition
Wind alarm	Controlled by ultrasonic anemometer
Prepared for XXL modules	

COMMUNICATIONS & CONTROL

Solar tracking method	Astronomical algorithm
Controller electronics	Central control unit conneted to plant SCADA Redundant wireless gateways to guarantee communication Self-powered DC Motor Drive Box with auxiliary panel
SCADA interface	Modbus TCP or OPC UA
Communication Network	Wireless (LoRaWAN)
Nigthttime stow	Configurable
Backtracking & diffuse sensors	Adaptative Backtracking 3D & Diffuse Light Optimization (optional)

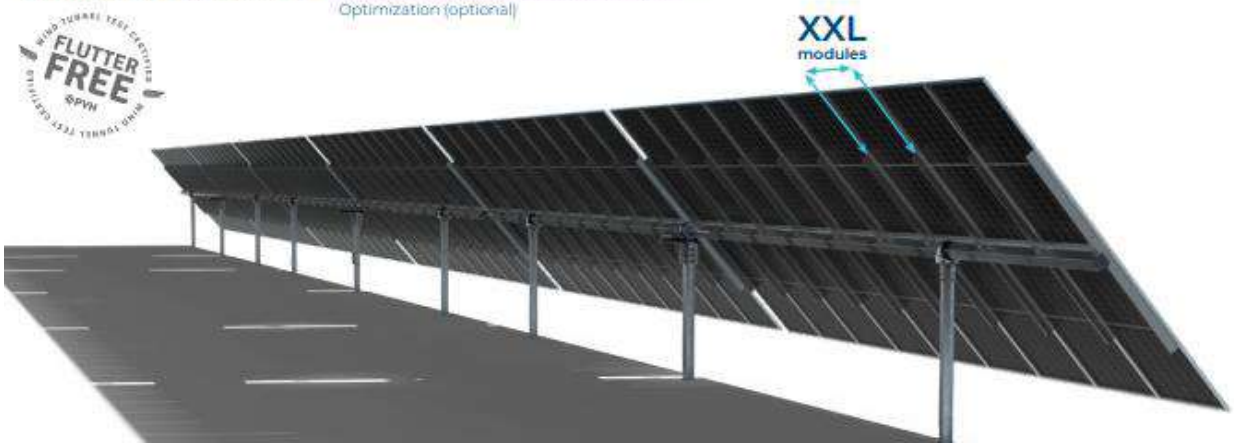
INSTALLATION & SERVICE

On-site training and commissioning

Warranty
Structure: 10 years
Electromechanical components: 5 years

PV Cleaner Optional

Certifications UL 3703, IEC 62817



4. CABLEADO CORRIENTE CONTINUA

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS — BAJA TENSIÓN

PRYSUN
H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc max.)

Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K

ECOLÓGICO

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS

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

LIBRE DE HALÓGENOS
HALOGEN FREE
IEC 62821-1 Annex B
EN 50525-1 Annex B

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

MÁXIMA RESISTENCIA AL AGUA (AD7)

RESISTENCIA AL FRÍO

CABLE FLEXIBLE

RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA

RESISTENCIA A LOS GOLPES

RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS

RESISTENCIA AL OZONO

RESISTENCIA AL CALOR HÚMEDO

CPR COMPLIANT

E$_{ca}$ CPR

DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR. https://es.prysmiangroup.com/DoP

Nº DoP 1009483

ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV PRYSUN

Vida estimada	25 años
Certificación	Bureau Veritas LCIE
Servicios móviles	SI
Doble aislamiento (clase II)	SI
T° máxima de conductor	90°C (120°C, 20 000 h)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403 ; EN 50618 Tab.2 según EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a los rayos UVA	IEC 62930 Anexo E; EN 50618 Anexo E
Protección contra el agua	(AD7) Inmersión
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 y EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; EN 60811-404)
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab 2 según IEC 60811-503; EN 50618 Tab 2 según EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y EN 50618 Tab.2 1000h a 90°C y 85% de humedad según IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo	IEC 62821-2 ; EN 50395-9 (240h/85°C water/1,8kV DC)
Respetuoso con el medioambiente	Directiva RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; EN 50618 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40°C según IEC 62930 Tab.2 según IEC60811-504 y -505 y EN 50618 Tab.2 según EN 60811-1-4 y EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frio	Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y EN 50618 Anexo C según EN 60811-506
Durabilidad del marcado	IEC 62930; EN 50396

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (120 °C, 20 000 h).
- Tensión contínua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión contínua máxima: 1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión contínua durante 5 min: 15 kV.

Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:
- Clase de reacción al fuego (CPR): E$_{ca}$. 8secciones desde 1x4 a 1x25.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:
- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS — BAJA TENSIÓN

PRYSUN
H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.)
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc max.)
Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930
Designación genérica: H1Z2Z2-K

ECOLÓGICO

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR
Metal: cobre estañado.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (120 °C, por 20 000 h)
Compuesto reticulado libre de halógenos: 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO
Material: Compuesto reticulado según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

CUBIERTA
Material: Compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.
Colores: negro, rojo o azul.

APLICACIONES

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

Indicado también el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA DINÁMICO	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA ESTÁTICO	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAÍDA DE TENSIÓN V/(A km) (2)
1 x 1.5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1 x 4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1 x 16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1 x 25	7,8	12,5	63	50	286	0,759	140	176	1,59
1 x 35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1 x 50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1 x 70	13,1	18,7	94	75	792	0,277	282	347	0,554
1 x 95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1 x 120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1 x 150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1 x 240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

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

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

5. CABLEADO CORRIENTE ALTERNA

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS — BAJA TENSIÓN

RETENAX CPRO Flex
RV-K

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-2
Designación genérica: RV-K

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS

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

REDUCIDA EMISIÓN DE HALÓGENOS
EN 60754-1
IEC 60754-1
(emisión HCl < 14 %)

CPR COMPLIANT

Eca CPR

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

Nº DoP 1003873

RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA

RESISTENCIA AL FRÍO

CABLE FLEXIBLE

RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA

RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS

RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:
- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:
- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Reducida emisión de halógenos: EN 60754-1; IEC 60754-1 (emisión HCl < 14 %).

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR
Metal: cobre electrolítico recocido
Flexibilidad: Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO
Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE) Tipo DIX 3, según HD 603-1.
Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1.

ELEMENTO SEPARADOR
Cinta de papel longitudinal (opcional).

RELLENO
Material: Si es necesario, mezcla termoplástica apropiada.

CUBIERTA
Material: policloruro de vinilo (PVC) tipo DMV-18 según HD 603-1.
Colores: negro o crema.

APLICACIONES

Cable de fácil pelado y alta flexibilidad para instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que se requiere una gran facilidad de manipulación y no es obligatorio Afumex (AS).

- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
- Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267 / 2004).

Los cables RV-K no están permitidos en servicios provisionales en general (obras, ferias, stands... ITC-BT 33, 34 ...) ni para servicios móviles, ni prolongados (ver Flextreme), ni para servicios sumergidos (ver Bupreno Bombas Sumergidas).

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS — BAJA TENSIÓN

RETENAX CPRO Flex
RV-K

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-2
Designación genérica: RV-K

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) Y (3)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	5,7	42	13,3	21	21	26,50	21,36
1 x 2,5	0,7	6,2	54	7,98	30	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0,7	6,6	70	4,95	40	35	9,96	8,1
1 x 6	0,7	7,2	91	3,3	52	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	8,3	135	1,91	72	58	4	3,31
1 x 16	0,7	9,4	191	1,21	97	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	11	280	0,78	122	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	12,5	389	0,554	153	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14,2	537	0,386	188	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	15,8	726	0,272	243	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	17,9	958	0,206	298	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	18,9	1170	0,161	350	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	21,2	1460	0,129	401	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	23,8	1830	0,106	460	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	26,7	2310	0,0801	545	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	29,3	3100	0,0641	630	380	0,14	0,19
2 x 1,5	0,7	8,7	95	13,3	23	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	9,6	125	7,98	32	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	10,5	165	4,95	44	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	11,7	215	3,3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	13,9	330	1,91	78	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	16,9	503	1,21	104	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	20,6	775	0,78	135	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	23,6	1060	0,554	168	140	1,31	1,16
2 x 50	1	27	1470	0,386	204	166	0,99	0,88
3 G 1,5	0,7	9,2	110	13,3	23	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	10,1	150	7,98	32	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	11,1	200	4,95	44	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	12,3	270	3,3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	14,7	415	1,91	78	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	18	639	1,21	104	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	21,4	946	0,78	115	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	25,1	1355	0,554	143	117	1,17	1,01
3 x 50	1	28,8	1900	0,386	174	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	32,3	2550	0,272	223	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	35,9	3290	0,206	271	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	39,2	4060	0,161	314	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	44,2	5070	0,129	359	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	50,3	6400	0,106	409	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	56,7	8200	0,0801	489	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	62,2	10450	0,0641	549	380	0,14	0,18

.../...

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.
→ XLPE3 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 1x, 3x trifásica.
→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

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

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

ANEXO 2: ENERGÍA PRODUCIDA

ÍNDICE

1. ESTUDIO DE LA RADIACIÓN 3

2. RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN 4

3. ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA 6

3.1. TABLAS DE PRODUCCIÓN DURANTE 25 AÑOS 7

3.2. INFORME PVSYST 9

1. ESTUDIO DE LA RADIACIÓN

La producción energética se ha estimado contrastando los datos recopilados de cuatro bases de datos diferentes. Las bases comparadas han sido las recogidas por los satélites PVGiS, Solar GiS, NASA-SSE y Meteornorm. Se ha tomado como fuente más fiable la base de datos proporcionada por el satélite Solar GiS.

Los datos climáticos más relevantes para el cálculo de una planta solar fotovoltaica y, por tanto, los recopilados de los satélites mencionados, son los siguientes:

- Radiación global sobre el plano horizontal (kWh/m²).
- Temperatura mensual (ºC).
- Radiación Difusa (kWh/m²).
- Energía inyectada en la red (MWh).

Mes	Solar GIS			
	Radiación global (kWh/m²)	Radiación difusa (kWh/m²)	Temperatura (ºC)	Energía inyectada en la red (MWh)
Ene	63,7	26,0	6,1	227,0
Feb	85,7	29,1	7,6	297,0
Mar	136,6	50,0	11,3	464,3
Abr	171,0	59,3	13,9	554,2
May	204,6	68,0	18,8	641,2
Jun	225,4	64,3	24,4	696,6
Jul	238,9	57,8	27,8	742,1
Ago	210,4	54,2	27,2	669,6
Sept	156,7	47,8	22,1	511,6
Oct	109,4	36,5	16,7	376,1
Nov	69,9	28,5	10,0	244,7
Dic	55,5	24,6	6,6	194,1
Año	1727,8	546,1	16,0	5618,5

Tabla 1 – Datos meteorológicos. Satélite: Solar GiS

2. RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Para el cálculo del Factor de Rendimiento (Performance Ratio), hay que estimar las pérdidas de varios factores. Los valores adoptados para la estimación de las pérdidas, suelen ser los de la siguiente, que suelen variar dependiendo del lugar, instalación, equipo, etc.

Pérdidas			
	A	**B**	**C**
Suciedad	**0,04**	**0,02**	**0,01**
Angulares	**0,04**	**0,03**	**0,01**
Ohmicas DC	**0,025**	**0,01**	**0,01**
Sombreado	**0,02**	**0,01**	**0,01**
Ohmicas AC	**0,02**	**0,01**	**0,01**
Otras	**0,02**	**0,01**	**0,01**

Tabla 2 - Pérdidas estimadas

Para el cálculo del Performance Ratio es necesario calcular las pérdidas que produce la temperatura en una célula fotovoltaica. El modelado del comportamiento de una célula viene descrito en las expresiones (1), (2) y (3).

- Temperatura de la célula

$$T_c = T_a + \frac{TONC - 20}{800} \cdot G \quad (1)$$

- Potencia del módulo con la temperatura

$$P_m = P_{mp} \cdot [1 - \delta \cdot (T_c - T_c')] \quad (2)$$

Donde,

  - T_c – Temperatura de la célula fotovoltaica
  - T_a – Temperatura ambiente
  - *TONC* - Temperatura nominal de la celda en operación
  - P_m – Potencia del panel
  - P_{mp} – Potencia del panel en condiciones STC
  - δ – Coeficiente de variación de temperatura

- Cálculo del Performance Ratio

$$PR = \frac{E \cdot G}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp}} \quad (3)$$

Donde,

- E – energía generada
- G – Radiación estándar (1000 W/m²)
- G_{dm} – Radiación media del mes (W/m²)
- P_{mp} – Potencia pico del generador

Teniendo en cuenta estos parámetros, en la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos del Performance Ratio en el primer año, calculados con el software PVSyst.

Mes	PR
Ene	97,8
Feb	96,6
Mar	95,3
Abr	92,6
May	89,8
Jun	88,6
Jul	87,1
Ago	88,3
Sept	90,5
Oct	93,6
Nov	96,8
Dic	97,7
Media	91,3

Tabla 3 - Performance Ratio

3. ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA

Teniendo en cuenta todos los parámetros mencionados, se ha estimado la producción energética de la planta con el software PVSyst. El informe da como resultado que la producción energética del primer año será de 5618,5 MWh/año. Esto supone una producción específica de 2.234 kWh/kWp/año. Y un PR de 91,3 %. Si consideramos un consumo medio anual de 3.100 kWh por cada hogar, la producción energética de esta planta solar fotovoltaica cubriría la demanda energética de, aproximadamente, 489 hogares.

También resulta interesante el cálculo de las horas sol pico (HSP), es decir, el número hipotético de horas que se recibe una radiación de 1.000 W/m².

$$HSP_{PVSyst} = \frac{E_{prod}}{P_p} = \frac{5618{,}5\ MWh}{2{,}234\ MWp} = 2.515\ hsp$$

3.1. TABLAS DE PRODUCCIÓN DURANTE 25 AÑOS

Teniendo en cuenta las pérdidas de rendimiento anuales de los módulos fotovoltaicos, se ha estimado que la producción total acumulada durante la vida útil de la planta será de 129.542,90 MWh. En la siguiente tabla, se puede observar:

Mes	Año 1 (MWh)	Año 2 (MWh)	Año 3 (MWh)	Año 4 (MWh)	Año 5 (MWh)	Año 6 (MWh)	Año 7 (MWh)
Enero	227	222,5	221,2	220,0	218,7	217,5	216,3
Febrero	297	291,1	289,4	287,8	286,2	284,6	283,0
Marzo	464,3	455,0	452,5	449,9	447,4	444,9	442,3
Abril	554,2	543,1	540,1	537,0	534,0	531,0	528,0
Mayo	641,2	628,4	624,9	621,3	617,8	614,3	610,9
Junio	696,6	682,7	678,9	675,0	671,2	667,4	663,7
Julio	742,1	727,3	723,2	719,1	715,1	711,0	707,0
Agosto	669,6	656,2	652,5	648,9	645,2	641,6	637,9
Septiembre	511,6	501,4	498,6	495,8	493,0	490,2	487,4
Octubre	376,1	368,6	366,5	364,4	362,4	360,3	358,3
Noviembre	244,7	239,8	238,5	237,1	235,8	234,5	233,1
Diciembre	194,1	190,2	189,2	188,1	187,0	186,0	184,9
Total (MWh/mes)	5618,5	5506,4	5475,3	5444,4	5413,7	5383,2	5352,8

Mes	Año 8 (MWh)	Año 9 (MWh)	Año 10 (MWh)	Año 11 (MWh)	Año 12 (MWh)	Año 13 (MWh)	Año 14 (MWh)
Enero	215,0	213,8	212,6	211,4	210,2	209,0	207,9
Febrero	281,4	279,8	278,2	276,6	275,1	273,5	272,0
Marzo	439,8	437,4	434,9	432,4	430,0	427,6	425,2
Abril	525,0	522,1	519,1	516,2	513,3	510,4	507,5
Mayo	607,4	604,0	600,6	597,2	593,8	590,5	587,2
Junio	659,9	656,2	652,5	648,8	645,2	641,5	637,9
Julio	703,0	699,1	695,1	691,2	687,3	683,4	679,6
Agosto	634,3	630,8	627,2	623,7	620,1	616,6	613,2
Septiembre	484,7	481,9	479,2	476,5	473,8	471,1	468,5
Octubre	356,3	354,3	352,3	350,3	348,3	346,4	344,4
Noviembre	231,8	230,5	229,2	227,9	226,6	225,3	224,1
Diciembre	183,9	182,8	181,8	180,8	179,8	178,8	177,7
Total (MWh/mes)	5322,6	5292,6	5262,7	5233,1	5203,5	5174,2	5145,0

Mes	Año 15 (MWh)	Año 16 (MWh)	Año 17 (MWh)	Año 18 (MWh)	Año 19 (MWh)	Año 20 (MWh)	Año 21 (MWh)
Enero	206,7	205,5	204,4	203,2	202,1	200,9	199,8
Febrero	270,4	268,9	267,4	265,9	264,4	262,9	261,4
Marzo	422,8	420,4	418,0	415,7	413,3	411,0	408,7
Abril	504,6	501,8	499,0	496,1	493,3	490,6	487,8
Mayo	583,8	580,6	577,3	574,0	570,8	567,6	564,4
Junio	634,3	630,7	627,2	623,6	620,1	616,6	613,1
Julio	675,7	671,9	668,1	664,4	660,6	656,9	653,2
Agosto	609,7	606,3	602,8	599,4	596,1	592,7	589,4
Septiembre	465,8	463,2	460,6	458,0	455,4	452,8	450,3
Octubre	342,5	340,5	338,6	336,7	334,8	332,9	331,0
Noviembre	222,8	221,6	220,3	219,1	217,8	216,6	215,4
Diciembre	176,7	175,7	174,8	173,8	172,8	171,8	170,8
Total (MWh/mes)	5116,0	5087,1	5058,4	5029,9	5001,5	4973,3	4945,2

Mes	Año 22 (MWh)	Año 23 (MWh)	Año 24 (MWh)	Año 25 (MWh)
Enero	198,7	197,5	196,4	195,3
Febrero	259,9	258,5	257,0	255,6
Marzo	406,4	404,1	401,8	399,5
Abril	485,0	482,3	479,6	476,9
Mayo	561,2	558,0	554,9	551,7
Junio	609,7	606,2	602,8	599,4
Julio	649,5	645,8	642,2	638,6
Agosto	586,0	582,7	579,4	576,2
Septiembre	447,8	445,2	442,7	440,2
Octubre	329,2	327,3	325,5	323,6
Noviembre	214,2	213,0	211,8	210,6
Diciembre	169,9	168,9	168,0	167,0
Total (MWh/mes)	4917,3	4889,6	4862,0	4834,6

Tabla 4 - Producción anual acumulada durante 25 años

3.2. INFORME PVSYST

Version 7.2.8

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Torrejon de Velasco

Variant: Nueva variante de simulación

Tracking system with backtracking

System power: 2515 kWp

Torrejón de Velasco - Spain

Author

PVsyst V7.2.8
VC1, Simulation date:
01/03/23 08:23
with v7.2.8

Project summary

Geographical Site
Torrejón de Velasco
Spain

Situation

Latitude	40.19 °N
Longitude	-3.78 °W
Altitude	607 m
Time zone	UTC+1

Project settings

Albedo	0.20

Meteo data
Torrejón de Velasco
Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=63% - Sintético

System summary

Grid-Connected System

Tracking system with backtracking

PV Field Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis	
Axis azimuth	0 °

Near Shadings

According to strings	
Electrical effect	100 %

User's needs
Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules	4056 units
Pnom total	2515 kWp

Inverters

Nb. of units	11 units
Pnom total	2200 kWac
Pnom ratio	1.143

Results summary

Produced Energy	5619 MWh/year	Specific production	2234 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	91.29 %

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Horizon definition 5
Near shading definition - Iso-shadings diagram 6
Main results 7
Loss diagram 8
Special graphs 9

General parameters

Grid-Connected System

Tracking system with backtracking

PV Field Orientation

Orientation	
Tracking plane, horizontal N-S axis	
Axis azimuth	0 °

Backtracking strategy	
Nb. of trackers	85 units
Sizes	
Tracker Spacing	10.00 m
Collector width	2.29 m
Ground Cov. Ratio (GCR)	22.9 %
Phi min / max.	-/+ 60.0 °
Backtracking limit angle	
Phi limits	+/- 76.6 °

Models used	
Transposition	Perez
Diffuse	Perez, Meteonorm
Circumsolar	separate

Horizon

Average Height	2.1 °

Near Shadings

According to strings	
Electrical effect	100 %

User's needs

Unlimited load (grid)

Bifacial system

Model	2D Calculation unlimited trackers

Bifacial model geometry	
Tracker Spacing	10.00 m
Tracker width	2.29 m
GCR	22.9 %
Axis height above ground	2.50 m

Bifacial model definitions	
Ground albedo	0.30
Bifaciality factor	80 %
Rear shading factor	5.0 %
Rear mismatch loss	10.0 %
Shed transparent fraction	0.0 %

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	Jinkosolar
Model	JKM620N-78HL4-BDV
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	620 Wp
Number of PV modules	4056 units
Nominal (STC)	2515 kWp
Modules	169 Strings x 24 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	2326 kWp
U mpp	1014 V
I mpp	2294 A

Inverter

Manufacturer	Huawei Technologies
Model	SUN2000-215KTL-H0
(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	200 kWac
Number of inverters	11 units
Total power	2200 kWac
Operating voltage	500-1500 V
Max. power (=>30°C)	215 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.14

Total PV power

Nominal (STC)	2515 kWp
Total	4056 modules
Module area	11338 m²
Cell area	10446 m²

Total inverter power

Total power	2200 kWac
Nb. of inverters	11 units
Pnom ratio	1.14

Array losses

Array Soiling Losses
Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 7.2 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 1.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.1 %

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.987	0.969	0.929	0.741	0.000

System losses

Auxiliaries loss
constant (fans) 3.00 kW
0.0 kW from Power thresh.
Night aux. cons. 0.50 kW

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo
Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 1.00 % at STC
Inverter: SUN2000-215KTL-H0
Wire section (11 Inv.) Alu 11 x 3 x 1000 mm²
Average wires length 905 m

AC losses in transformers

MV transfo
Grid voltage 15 kV
Operating losses at STC
Nominal power at STC 2468 kVA
Iron loss (24/24 Connexion) 5.65 kW
Loss Fraction 0.23 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 7.78 mΩ
Loss Fraction 3.00 % at STC

Horizon definition

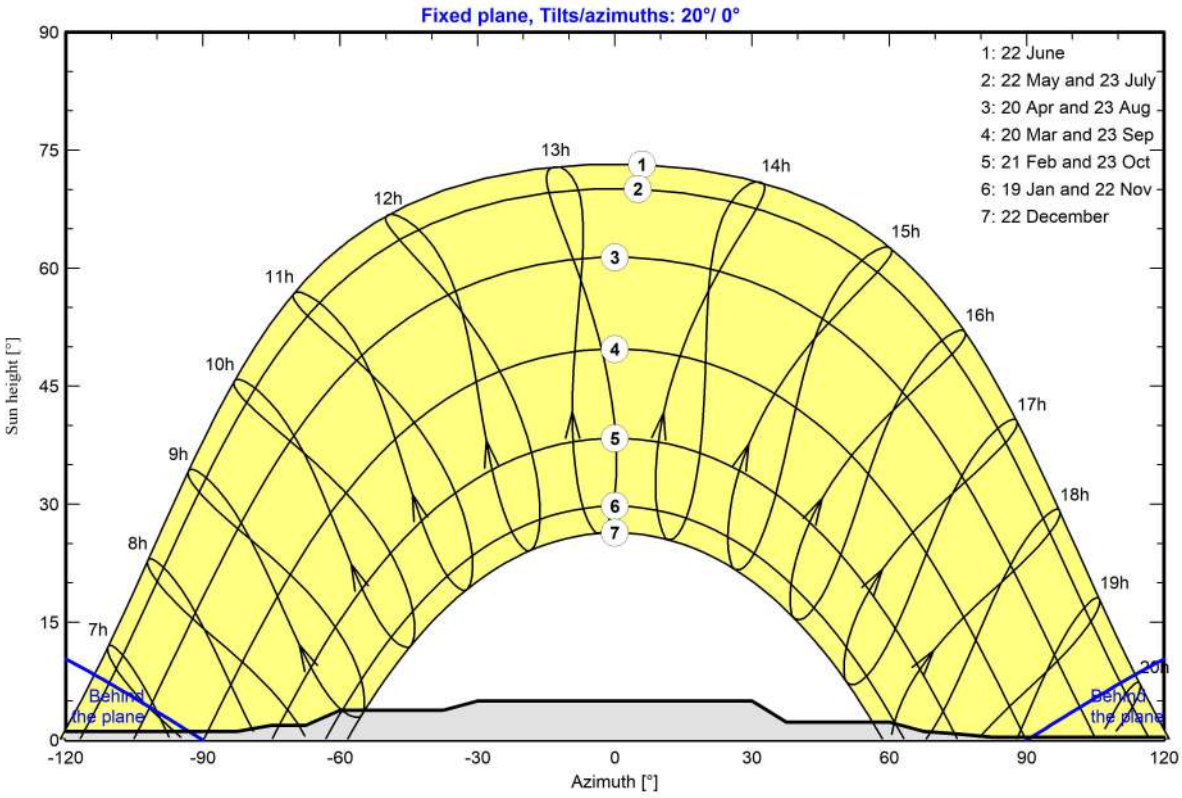
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°36"0', Long=-6°31"59', Alt=647m

Average Height	2.1 °	Albedo Factor	0.94
Diffuse Factor	0.99	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

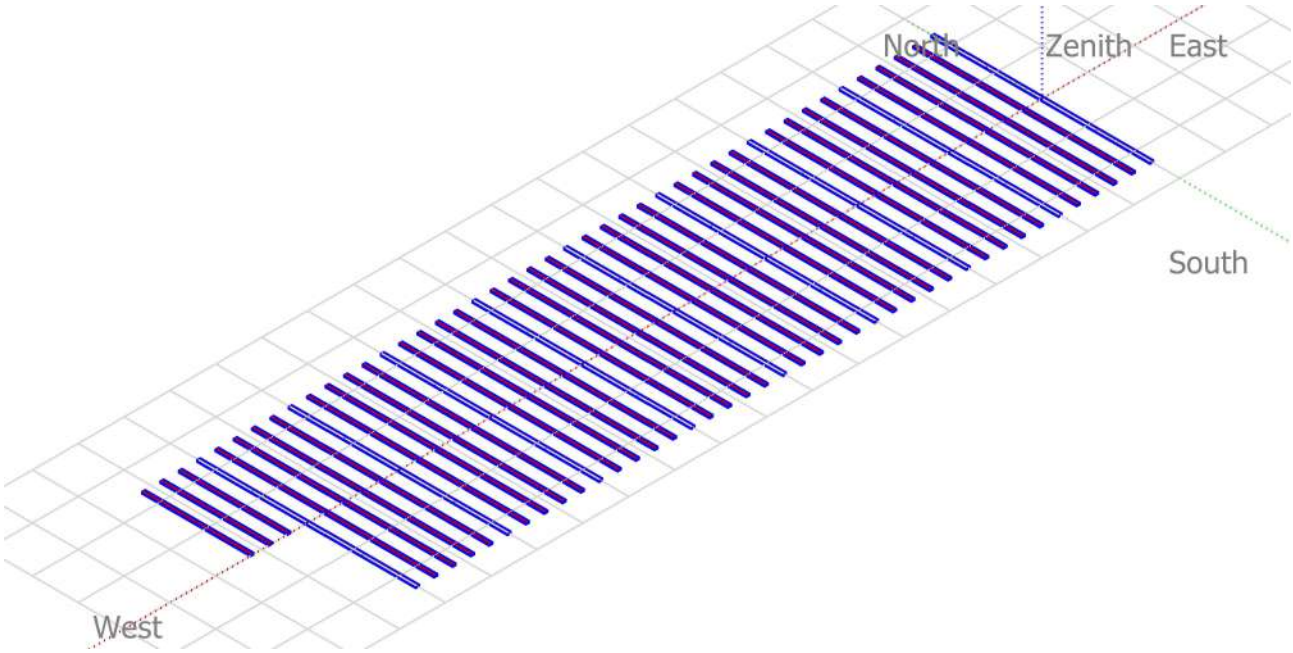
Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-83	-75	-68	-60	-38	-30
Height [°]	1.5	1.9	1.9	2.3	1.5	1.1	1.1	1.9	1.9	3.8	3.8	5.0
Azimuth [°]	30	38	60	68	75	83	150	158	165	173	180	
Height [°]	5.0	2.3	2.3	1.1	0.8	0.4	0.4	1.1	1.5	1.1	1.5	

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)



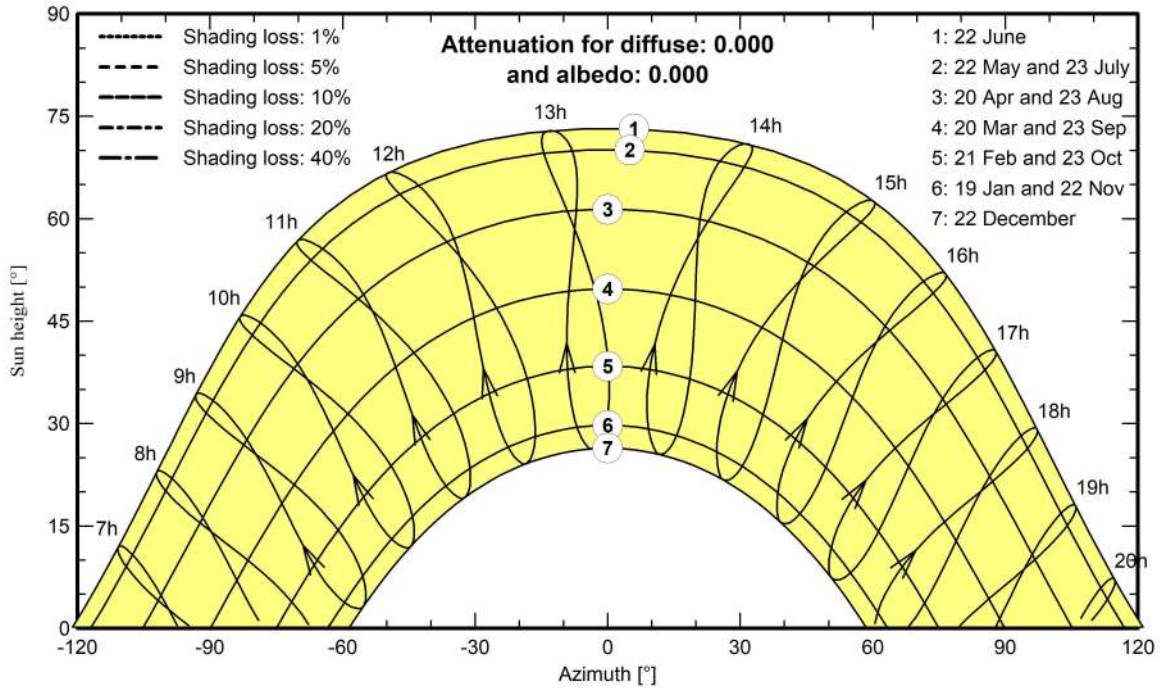
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Torrejon de Velasco - Legal Time



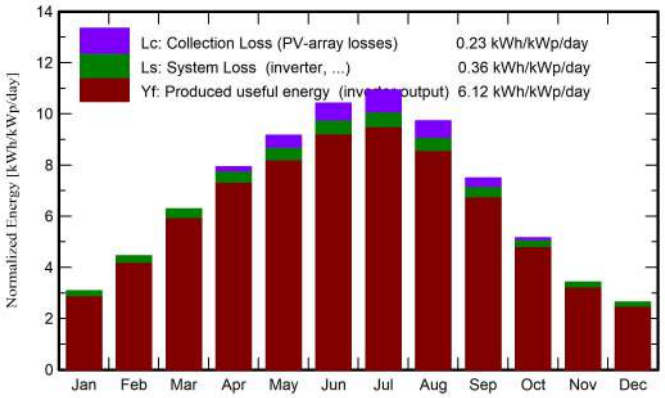
PVsyst V7.2.8
VC1, Simulation date:
01/03/23 08:23
with v7.2.8

Main results

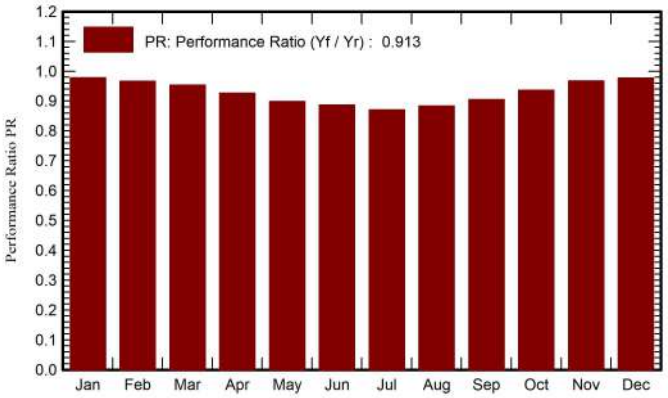
System Production

Produced Energy	5619 MWh/year	Specific production	2234 kWh/kWp/year
		Performance Ratio PR	91.29 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

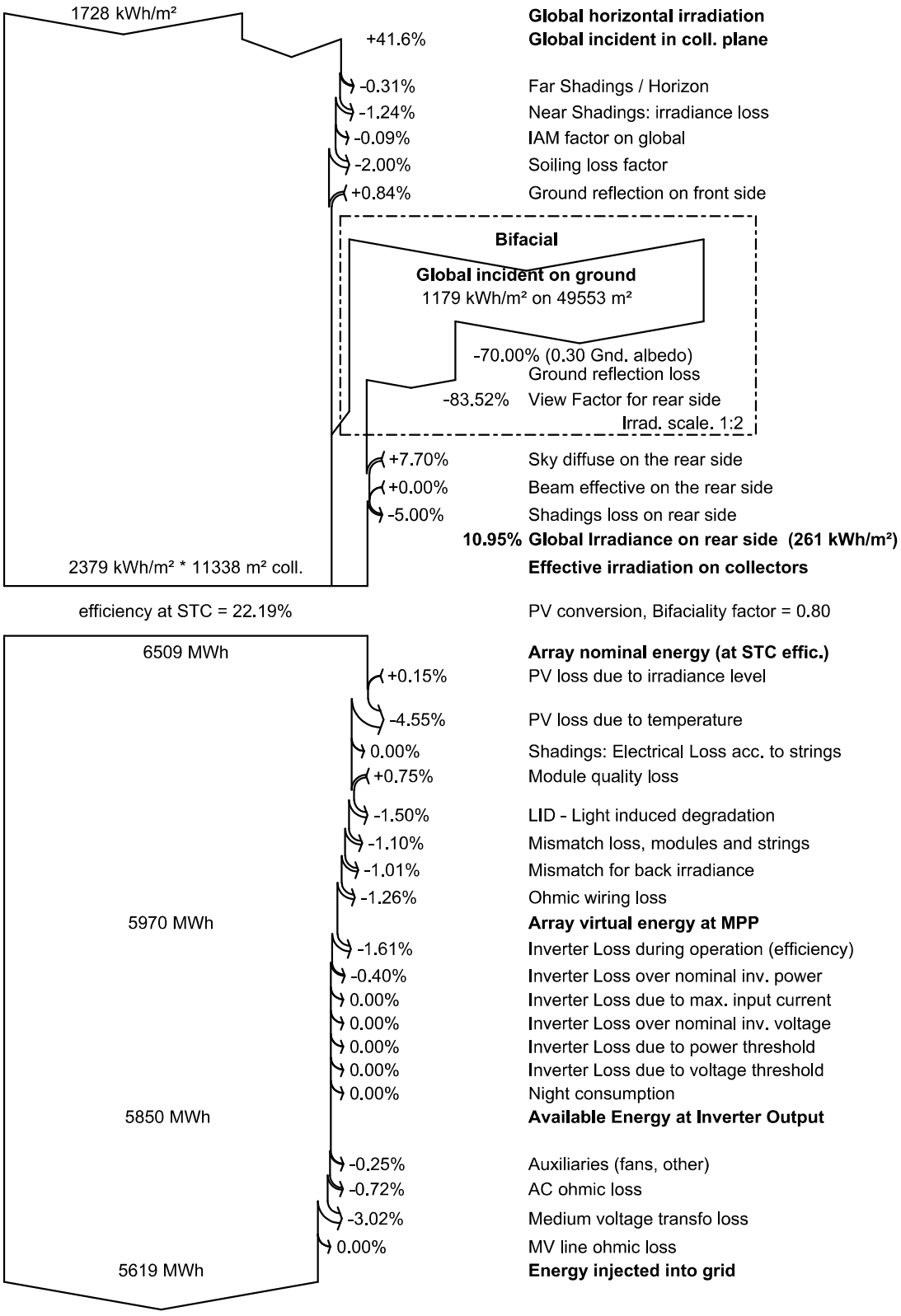
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	63.7	26.04	6.12	92.3	89.0	240.0	227.0	0.978
February	85.7	29.10	7.61	122.2	118.7	313.8	297.0	0.966
March	136.6	50.04	11.26	193.7	188.3	490.2	464.3	0.953
April	171.0	59.26	13.85	238.0	231.3	586.8	554.2	0.926
May	204.6	68.04	18.83	283.9	276.1	678.9	641.2	0.898
June	225.4	64.34	24.43	312.6	304.5	737.9	696.6	0.886
July	238.9	57.81	27.83	338.9	330.2	786.8	742.1	0.871
August	210.4	54.17	27.17	301.5	293.8	709.1	669.6	0.883
September	156.7	47.81	22.10	224.8	218.6	541.3	511.6	0.905
October	109.4	36.50	16.68	159.9	155.3	397.2	376.1	0.936
November	69.9	28.50	9.96	100.6	97.2	258.6	244.7	0.968
December	55.5	24.60	6.64	79.1	76.4	205.7	194.2	0.977
Year	1727.9	546.22	16.09	2447.4	2379.3	5946.3	5618.5	0.913

Legends

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

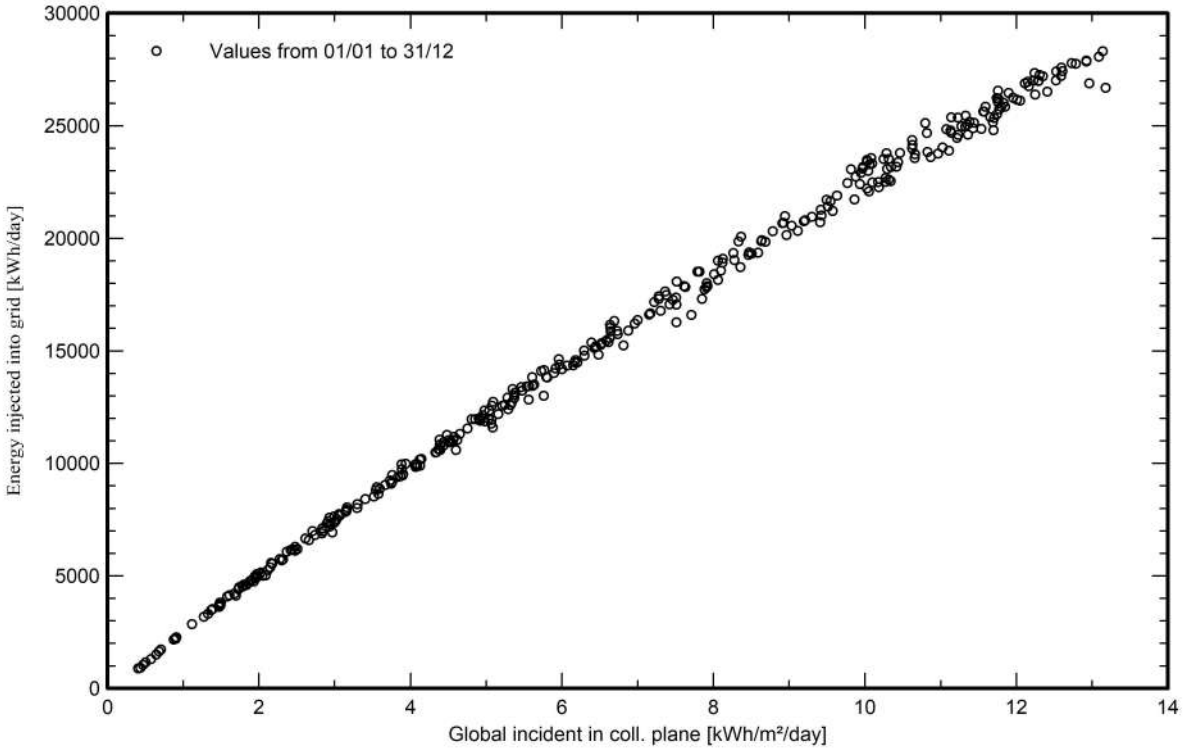
PVsyst V7.2.8
VC1, Simulation date:
01/03/23 08:23
with v7.2.8

Loss diagram

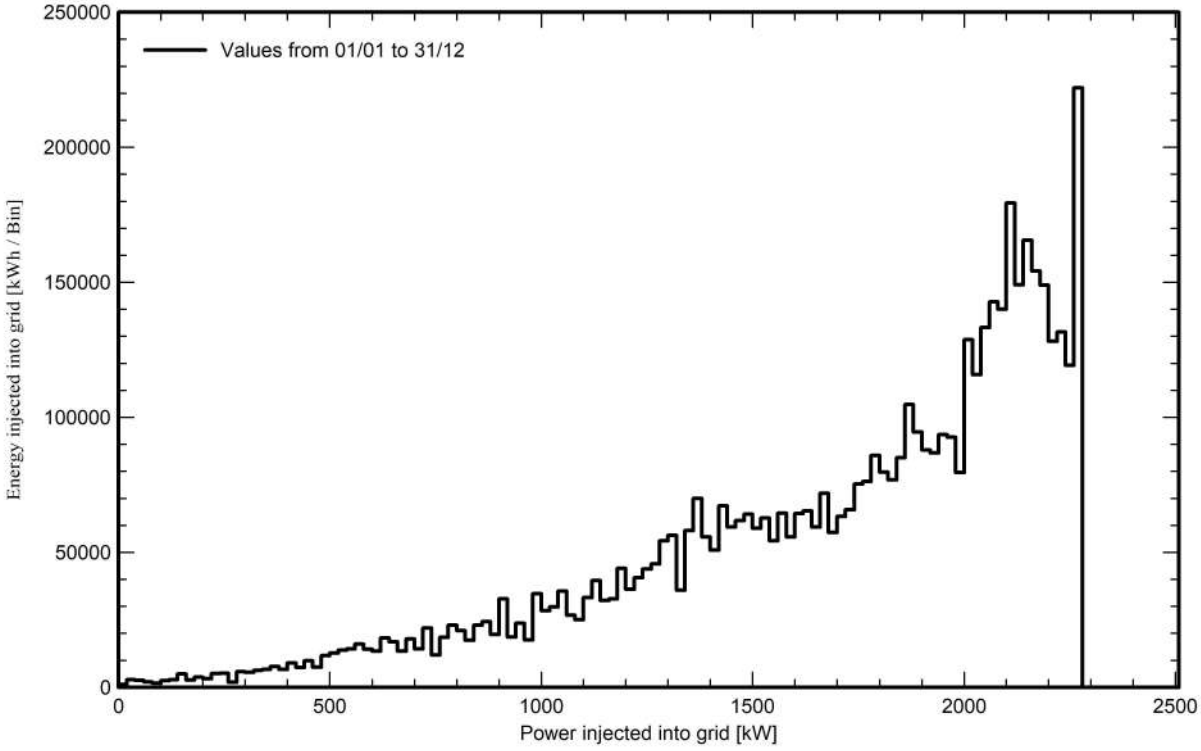


Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA
2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

ANEXO 3: CÁLCULOS ELÉCTRICOS PLANTA FOTOVOLTAICA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 4

2.1. DATOS DE LOS COMPONENTES 4

2.2. CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR 4

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 6

3.1. FÓRMULAS UTILIZADAS 6

3.1.1. FÓRMULAS GENERALES 6

3.1.2. FÓRMULAS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 7

3.1.3. FÓRMULAS DE CAIDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN 7

3.1.4. FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA 8

3.1.5. FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGRUPACIONES 9

3.1.6. FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD 9

3.1.7. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE INSTALACIÓN 10

3.1.8. FORMULA DE SOBRECARGA 10

3.1.9. FÓRMULAS DE CORTOCIRCUITO 11

3.1.10. FÓRMULAS DE SECCIÓN POR ICC 11

3.1.11. FÓRMULAS DE PUESTA A TIERRA 12

3.2. COMPONENTES RED DE BAJA TENSIÓN 12

3.2.1. CONDUCTOR EMPLEADO EN CORRIENTE CONTINUA 12

3.2.2. PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA 15

3.2.3. CONDUCTOR EMPLEADO EN CORRIENTE ALTERNA 15

3.2.4. PROTECCIONES DE CORRIENTE ALTERNA 18

3.2.5. TABLAS DE CÁLCULO EN CORRIENTE CONTINUA 19

3.2.6. TABLAS DE CÁLCULO EN CORRIENTE ALTERNA 21

4. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA 22

4.1. PUESTA A TIERRA DE BAJA TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN FV 23

4.1.1. SEPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA 24

5. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL ELECTRODO 26

6. CONCLUSIONES.....26

1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto definir las características técnicas y las medidas adoptadas, para llevar a cabo la ejecución de un sistema de generación de energía mediante tecnología fotovoltaica y poder evacuar la energía producida conforme a lo indicado en el reglamento electrotécnico de Baja y Media tensión.

2. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

2.1. DATOS DE LOS COMPONENTES

Los módulos fotovoltaicos e inversores son los indicados en la Memoria del presente proyecto.

2.2. CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR

Para configurar el número de módulos en serie asociado a cada string del inversor, es necesario tener en cuenta que las tensiones de los módulos se ven afectadas por la temperatura. Gracias a los coeficientes de temperatura proporcionados por el fabricante, se puede estimar la tensión de los módulos y de este modo, asegurar el continuo funcionamiento del inversor dentro de sus rangos.

La tensión de las series de módulos se puede aumentar mediante la conexión en serie de más o menos módulos. La tensión total de la cadena debe estar en los límites marcados por el seguidor de máxima potencia (MPPT) del inversor en los casos atmosféricos más extremos. Para eso, se estudiará la tensión de los módulos en su punto de máxima potencia en las condiciones extremas.

La célula fotovoltaica se comporta como un generador de corriente eléctrica, cuya característica es función de tres variables fundamentales: intensidad de la radiación solar, temperatura y área de la celda. La temperatura de la célula tiene un importante efecto sobre el valor de la tensión en circuito abierto (Voc, que es el máximo valor de tensión en extremos de la célula y se da cuando esta no está conectada a ninguna carga).

Es por ello que, se debe de tener extrema precaución con la tensión en circuito abierto de la cadena, sobre todo en los momentos de menor temperatura, que no debe superar el máximo estipulado por el fabricante de módulos y por el de inversor.

La configuración de los strings asociados a los inversores queda de la siguiente manera:

Inversor nº 1,4, 6 y 9 modelo SUN2000-215KTL-HO

- MPPT1: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT2: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT3: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT4: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT5: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT6: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT7: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT8: 2 strings de 24 módulos/string

Inversor nº 2, 7, 8 y 11 modelo SUN2000-215KTL-H0

- MPPT1: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT2: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT3: 2 strings de 24 módulos/string.
- MPPT4: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT5: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT6: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT7: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT8: 1 string de 24 módulos

Inversor nº 3 y 10 modelo SUN2000-215KTL-H0

- MPPT1: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT2: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT3: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT4: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT5: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT6: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT7: 2 strings de 24 módulos/string

Inversor nº 5 modelo SUN2000-215KTL-H0

- MPPT1: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT2: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT3: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT4: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT5: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT6: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT7: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT8: 2 strings de 24 módulos/string
- MPPT9: 1 string de 24 módulos/string

En la siguiente tabla se pueden observar las tensiones de cada una de los strings:

Características	1 módulo	Cadena de 24 módulos
Tensión PMP a STC (V)	45,93	1102,32
Tensión PMP a 60 ºC (V)	42,57	1021,68
Tensión Voc a -10 ºC (V)	55,58	1333,92

Características	1 módulo	Cadena de 12 módulos
Tensión PMP a STC (V)	45,93	551,16
Tensión PMP a 60 ºC (V)	42,57	510,84
Tensión Voc a -10 ºC (V)	55,58	666,96

Nota: Las temperaturas indicadas son las relativas al módulo y no a la ambiental. Se espera que la ambiental sea siempre más baja.

De este modo, considerando los márgenes de funcionamiento indicados en la tabla de características del inversor, queda asegurado que el sistema está correctamente dimensionado.

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.1. FÓRMULAS UTILIZADAS

3.1.1. FÓRMULAS GENERALES

Para el cálculo por caída de tensión en Baja Tensión, las secciones de cableado deben cumplir con los requerimientos del REBT, especialmente su ITC-40, cuyo séptimo apartado indica:

"Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1.5 % para la intensidad nominal."

Para ello se emplearán las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1{,}732 \times U \times \cos\Theta = amp\ (A)$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\Theta / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \mathrm{Sen}\Theta / 1000 \times n)] = voltios\ (V)$$

Siendo:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
L = Longitud de Cálculo en metros.
e = Caída de tensión en Voltios.
K = Conductividad.
I = Intensidad en Amperios.
U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
S = Sección del conductor en mm².
Cos Θ = Coseno de fi. Factor de potencia.
n = Nº de conductores por fase.
Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

3.1.2. FÓRMULAS CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\,(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\,(I/I_{max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.018

Al = 0.029

- *α = Coeficiente de temperatura:*
  Cu = 0.00392
  Al = 0.00403
- *T = Temperatura del conductor (ºC).*
- *T0 = Temperatura ambiente (ºC):*
  Cables enterrados = 25ºC
  Cables al aire = 40ºC
- *Tmax = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):*
  XLPE, EPR = 90ºC
  PVC = 70ºC
- *I = Intensidad prevista por el conductor (A).*
- *Imax = Intensidad máxima admisible del conductor (A).*

3.1.3. FÓRMULAS DE CAIDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN

A. Caída de tensión y sección en corriente continua y alterna monofásica

$$e = \frac{2\ L\ I\ Cos\theta}{K\ S}$$

$$S = \frac{2\ L\ I\ Cos\theta}{K\ e}$$

Donde:

e: Caída de tensión en voltios [V].

L: Longitud de la línea en metros [m].

I: Intensidad de la línea en amperios [A].

Cos Θ: Factor de potencia. (Cos < = 1 para corriente continua).

K: Conductividad (56 para Cu).

S: Sección del conductor en milímetros cuadrados [mm²].

B. Caída de tensión y sección en corriente alterna trifásica

$$e = \frac{\sqrt{3}\ L\ I\ Cos\theta}{K\ S}$$

$$S = \frac{\sqrt{3}\ L\ I\ Cos\theta}{K\ e}$$

Donde:

e: Caída de tensión en voltios [V].
L: Longitud de la línea en metros [m].
I: Intensidad de la línea en amperios [A].
Cos θ: Factor de potencia.
K: Conductividad (56 para Cu).
S: Sección del conductor en milímetros cuadrados [mm²].

3.1.4. FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

En la siguiente tabla, correspondiente a la Tabla 7 del ITC-BT-06, se indican los factores de corrección para instalaciones al aire en ambientes de temperaturas distintas de 40ºC:

Factor temperatura cable al aire BT y MT	
Temp ºC	K1
20	1,18
25	1,14
30	1,10
35	1,05
40	1,00
45	0,95
50	0,90

Tabla 1. Factores de corrección de la intensidad admisible en función de la temperatura ambiente (K1)

Para instalaciones expuestas directamente al sol, el factor de corrección a aplicar es muy variable. Se recomienda el valor de 0,9.

Para instalaciones enterradas:

Cables enterrados BT y MT	
Enterrados	$K = \sqrt{\frac{T_s - T_t}{T_s - 25}}$
Galería	$K = \sqrt{\frac{T_s - T_a}{T_s - 40}}$

Siendo,

T_s Temperatura de operación cable

T_t Temperatura del terreno

T_a Temperatura ambiente

3.1.5. FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGRUPACIONES

La siguiente tabla, correspondiente a la Tabla 8 del Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC, se indican los factores de corrección según el número de cables tripolares o ternas de unipolares y la distancia entre ellos:

Factor corrección agrupaciones enterrados (K2)						
Nº cables por zanja	**Distancia de separación (m)**					
	0	**0,07**	**0,1**	**0,15**	**0,2**	**0,25**
1	1	1	1	1	1	1
2	0,8	0,85	0,85	0,87	0,88	0,89
3	0,7	0,75	0,76	0,77	0,79	0,8
4	0,64	0,68	0,69	0,72	0,74	0,76
5	0,6	0,64	0,65	0,68	0,7	0,72
6	0,56	0,6	0,62	0,66	0,68	0,7
8	0,53	0,56	0,58	0,62	0,64	0,66
10	0,5	0,53	0,55	0,59	0,62	0,64
12	0,47	0,5	0,53	0,57	0,6	0,62

Tabla 2. Factor de corrección para agrupaciones enterrados (K2)

3.1.6. FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD

En la siguiente tabla, correspondiente a la Tabla 7 del Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC, se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad admisible para cables unipolares:

Factor de corrección resistividad térmica terreno BT	
Resistividad térmica K.m/W	**K3**
0,8	1,09
0,85	1,06
0,9	1,04
1	1
1,1	0,96
1,2	0,93
1,4	0,87
1,65	0,81
2	0,75
2,5	0,68
2,8	0,66

Tabla 3. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno para cable unipolar (K3)

3.1.7. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE INSTALACIÓN

En la siguiente tabla, correspondiente a la Tabla 9 del Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC, se indican los factores de corrección que deben aplicarse para distintas profundidades:

Factor corrección profundidad BT	
Profundidad (m)	**K4**
0,4	1,03
0,5	1,02
0,6	1,01
0,7	1
0,8	0,99
0,9	0,98
1	0,97
1,2	0,96

Tabla 4. Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación (K4)

La intensidad admisible del cable se calculará de la siguiente manera:

$$I_{adm} = I \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4$$

Siendo,

I_{adm} Intensidad máxima admisible (A)

I Intensidad del cable (A)

K1 Factor de corrección por temperatura del terreno

K2 Factor de corrección por agrupaciones

K3 Factor de corrección por resistividad

K4 Factor de corrección por profundidad de instalación

3.1.8. FORMULA DE SOBRECARGA

$$Ib \leq In \leq Iz$$

$$I2 \leq 1{,}45\ Iz$$

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.
Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.
I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.
En la práctica I2 se toma igual:

- *a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).*
- *a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).*

3.1.9. **FÓRMULAS DE CORTOCIRCUITO**

$$IpccI = Ct\ U / \sqrt{3}\ Zt$$

Siendo,

IpccI: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.
U: Tensión trifásica en V.
Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$IpccF = Ct\ UF / 2\ Zt$$

Siendo,

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
Ct: Coeficiente de tensión.
UF: Tensión monofásica en V.
Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{½}$$

Siendo,

Rt: R1 + R2 + ...+ Rn (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
Xt: X1 + X2 + ... + Xn (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
$R = L \cdot 1000 \cdot CR / K \cdot S \cdot n$ *(mohm)*
$X = Xu \cdot L / n$ *(mohm)*
R: Resistencia de la línea en mohm.
X: Reactancia de la línea en mohm.
L: Longitud de la línea en m.
CR: Coeficiente de resistividad, extraído de condiciones generales de c.c.
K: Conductividad del metal.
S: Sección de la línea en mm².

3.1.10. **FÓRMULAS DE SECCIÓN POR ICC**

$$Icc = \frac{K\ S}{\sqrt{t}}$$

Siendo

Icc: Corriente de cortocircuito de la fase de la línea
K: coeficiente, 115 para PVC y 143 para XLPE
T: [0,01s -5]

3.1.11. FÓRMULAS DE PUESTA A TIERRA

Caso de pica vertical:

$$R = \frac{\rho}{n\,L}$$

Caso de conductor enterrado:

$$R = \frac{2\,\rho}{L}$$

Donde:

R: Resistencia de tierra en Ohm [<].
ρ: Resistividad del terreno en Ohm por metro [< m].
n: Número de picas.
L: Longitud de la pica/conductor, ambos casos en metros [m].

3.2. COMPONENTES RED DE BAJA TENSIÓN

3.2.1. CONDUCTOR EMPLEADO EN CORRIENTE CONTINUA

Los conductores de DC (corriente continua) serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Serán de doble aislamiento, de nomenclatura H1Z2Z2-K (tipo de construcción según EN 50618) o, en su defecto, tendrán prestaciones equivalentes, y en todo caso serán de tipo solar y tendrán una tensión nominal en corriente continua de 1,5 kV.

Las características de los conductores se detallan en la siguiente imagen.

Las conexiones entre los distintos tramos de conductor de DC se realizarán mediante conectores Multicontact MC-4 o similares, que garantizarán una estanqueidad perfecta en la unión.

PRYSUN
H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc max.)

Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K

ECOLÓGICO

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS

CPR COMPLIANT

E_{ca} CPR

DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR. https://es.prysmiangroup.com/DoP

Nº DoP 1009483

ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV PRYSUN

Vida estimada	25 años
Certificación	Bureau Veritas LCIE
Servicios móviles	SI
Doble aislamiento (clase II)	SI
T° máxima de conductor	90°C (120°C, 20 000 h)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403 ; EN 50618 Tab.2 según EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a los rayos UVA	IEC 62930 Anexo E; EN 50618 Anexo E
Protección contra el agua	(AD7) Inmersión
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 y EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; EN 60811-404)
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab 2 según IEC 60811-503; EN 50618 Tab 2 según EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y EN 50618 Tab.2 1000h a 90°C y 85% de humedad según IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo	IEC 62821-2 ; EN 50395-9 (240h/85°C water/1,8kV DC)
Respetuoso con el medioambiente	Directiva RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; EN 50618 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40°C según IEC 62930 Tab.2 según IEC60811-504 y -505 y EN 50618 Tab.2 según EN 60811-1-4 y EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frío	Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y EN 50618 Anexo C según EN 60811-506
Durabilidad del marcado	IEC 62930; EN 50396

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (120 °C, 20 000 h).
- Tensión contínua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión contínua máxima: 1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión contínua durante 5 min: 15 kV.

Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:
- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}. 8secciones desde 1x4 a 1x25.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:
- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS — BAJA TENSIÓN

PRYSUN
H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.)
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc max.)
Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930
Designación genérica: H1Z2Z2-K

ECOLÓGICO

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR
Metal: cobre estañado.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (120 °C, por 20 000 h)
Compuesto reticulado libre de halógenos: 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO
Material: Compuesto reticulado según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

CUBIERTA
Material: Compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.
Colores: negro, rojo o azul.

APLICACIONES

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

Indicado también el lado de corriente contínua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA DINÁMICO	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA ESTÁTICO	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1.5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1 x 4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1 x 16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1 x 25	7,8	12,5	63	50	286	0,759	140	176	1,59
1 x 35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1 x 50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1 x 70	13,1	18,7	94	75	792	0,277	282	347	0,554
1 x 95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1 x 120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1 x 150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1 x 240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

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

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

3.2.2. **PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA**

La instalación estará protegida contra contactos directos, de manera que los elementos activos deben ser inaccesibles. Para lograr este aislamiento cada inversor debe de contar con fusibles seccionadores y descargadores a tierra o varistores, de esta forma será protegido para sobretensiones y sobreintensidades, además de un seccionador para aislar del resto del generador.

Fusibles

Los fusibles deben ser de una tensión de 1.000V de tipo gPV, una curva específica para instalaciones fotovoltaicas y preparados para la corriente continua.

La corriente máxima por string en todo el campo fotovoltaico descrito es de 11,15 A por lo que el fusible debe ser mínimo de un +145%, dando en nuestro caso 16,18 A, eligiéndose de 15 A.

El inversor propuesto incluye un vigilante de aislamiento de corriente continua, consiguiendo un diseño libre de fusibles.

Descargadores de sobretensión

Ya que no existe presencia de sistema pararrayos en el edificio, se instalarán descargadores de tensión Tipo II. El inversor propuesto incorpora descargadores de sobretensión tipo 2.

3.2.3. **CONDUCTOR EMPLEADO EN CORRIENTE ALTERNA**

Los conductores de AC (corriente alterna) serán de cobre o aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Tendrán nomenclatura RV-K (según la norma UNE 21.123-2) o, en su defecto, tendrán prestaciones equivalentes. En todo caso tendrán una corriente en alterna de 0,6/1 kV.

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS — BAJA TENSIÓN

RETENAX CPRO Flex
RV-K

Tensión asignada:	0,6/1 kV
Norma diseño:	UNE 21123-2
Designación genérica:	RV-K

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS

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

REDUCIDA EMISIÓN DE HALÓGENOS
EN 60754-1
IEC 60754-1
(emisión HCl < 14 %)

CPR COMPLIANT

Eca CPR

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

Nº DoP 1003873

RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA

RESISTENCIA AL FRÍO

CABLE FLEXIBLE

RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA

RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS

RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:
- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:
- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Reducida emisión de halógenos: EN 60754-1; IEC 60754-1 (emisión HCl < 14 %).

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR
Metal: cobre electrolítico recocido
Flexibilidad: Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO
Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE) Tipo DIX 3, según HD 603-1.
Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1.

ELEMENTO SEPARADOR
Cinta de papel longitudinal (opcional).

RELLENO
Material: Si es necesario, mezcla termoplástica apropiada.

CUBIERTA
Material: policloruro de vinilo (PVC) tipo DMV-18 según HD 603-1.
Colores: negro o crema.

APLICACIONES

Cable de fácil pelado y alta flexibilidad para instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que se requiere una gran facilidad de manipulación y no es obligatorio Afumex (AS).

- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
- Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267 / 2004).

Los cables RV-K no están permitidos en servicios provisionales en general (obras, ferias, stands... ITC-BT 33, 34 ...) ni para servicios móviles, ni prolongados (ver Flextreme), ni para servicios sumergidos (ver Bupreno Bombas Sumergidas).

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS — BAJA TENSIÓN

RETENAX CPRO Flex
RV-K

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-2
Designación genérica: RV-K

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) Y (3)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	5,7	42	13,3	21	21	26,50	21,36
1 x 2,5	0,7	6,2	54	7,98	30	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0,7	6,6	70	4,95	40	35	9,96	8,1
1 x 6	0,7	7,2	91	3,3	52	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	8,3	135	1,91	72	58	4	3,31
1 x 16	0,7	9,4	191	1,21	97	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	11	280	0,78	122	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	12,5	389	0,554	153	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14,2	537	0,386	188	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	15,8	726	0,272	243	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	17,9	958	0,206	298	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	18,9	1170	0,161	350	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	21,2	1460	0,129	401	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	23,8	1830	0,106	460	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	26,7	2310	0,0801	545	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	29,3	3100	0,0641	630	380	0,14	0,19
2 x 1,5	0,7	8,7	95	13,3	23	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	9,6	125	7,98	32	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	10,5	165	4,95	44	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	11,7	215	3,3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	13,9	330	1,91	78	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	16,9	503	1,21	104	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	20,6	775	0,78	135	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	23,6	1060	0,554	168	140	1,31	1,16
2 x 50	1	27	1470	0,386	204	166	0,99	0,88
3 G 1,5	0,7	9,2	110	13,3	23	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	10,1	150	7,98	32	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	11,1	200	4,95	44	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	12,3	270	3,3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	14,7	415	1,91	78	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	18	639	1,21	104	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	21,4	946	0,78	115	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	25,1	1355	0,554	143	117	1,17	1,01
3 x 50	1	28,8	1900	0,386	174	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	32,3	2550	0,272	223	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	35,9	3290	0,206	271	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	39,2	4060	0,161	314	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	44,2	5070	0,129	359	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	50,3	6400	0,106	409	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	56,7	8200	0,0801	489	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	62,2	10450	0,0641	549	380	0,14	0,18

.../...

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).
→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.
→ XLPE3 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 1x, 3x trifásica.
→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

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

3.2.4. **PROTECCIONES DE CORRIENTE ALTERNA**

Se instalarán en los inversores un seccionador de corte en carga para proteger la línea de enlace con el transformador y disponer de la capacidad de corte para dotar de seguridad a las instalaciones en el mantenimiento.

La protección tendrá capacidad de corte en todas las fases, tendrá una intensidad nominal y un poder de corte ajustados a las necesidades de cada línea tal y como se describe en el esquema unifilar.

Se instalarán en el cuadro general de baja tensión aguas abajo del transformador un magnetotérmico de 200 A, por cada inversor de 200 kWn, con un poder de corte de 16 kA, y uno general de caja moldeada de 2500 A con un poder de corte de 16 kA, que sea capaz de cortar todas las líneas de inversores que llegan a un mismo transformador.

3.2.5. **TABLAS DE CÁLCULO EN CORRIENTE CONTINUA**

INVERSOR 1

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia						Fusibles	
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 1,1	1	2	15	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,24	0,14%	0,14%	OK	20	3,390	11,862	0,12%	OK	15	OK	OK
String 1,2	1	2	15	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,24	0,14%	0,14%	OK	20	3,390	11,862	0,12%	OK	15	OK	OK
String 1,3	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 1,4	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 1,5	1	2	44	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,64	0,40%	0,40%	OK	20	3,390	34,796	0,35%	OK	15	OK	OK
String 1,6	1	2	44	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,64	0,40%	0,40%	OK	20	3,390	34,796	0,35%	OK	15	OK	OK
String 1,7	1	2	34,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,85	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	27,283	0,28%	OK	15	OK	OK
String 1,8	1	2	34,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,85	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	27,283	0,28%	OK	15	OK	OK
String 1,9	1	2	72	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,95	0,65%	0,65%	OK	20	3,390	56,939	0,58%	OK	15	OK	OK
String 1,10	1	2	72	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,95	0,65%	0,65%	OK	20	3,390	56,939	0,58%	OK	15	OK	OK
String 1,11	1	2	62,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,16	0,57%	0,57%	OK	20	3,390	49,426	0,50%	OK	15	OK	OK
String 1,12	1	2	62,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,16	0,57%	0,57%	OK	20	3,390	49,426	0,50%	OK	15	OK	OK
String 1,13	1	2	100	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	8,26	0,91%	0,91%	OK	20	3,390	79,082	0,80%	OK	15	OK	OK
String 1,14	1	2	100	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	8,26	0,91%	0,91%	OK	20	3,390	79,082	0,80%	OK	15	OK	OK
String 1,15	1	2	91	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,52	0,83%	0,83%	OK	20	3,390	71,965	0,73%	OK	15	OK	OK
String 1,16	1	2	91	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,52	0,83%	0,83%	OK	20	3,390	71,965	0,73%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 2

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia						Fusibles	
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 2,1	1	2	77	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	EPR	6	0	6	2(1x6)	55,125	90	1,14	0,79	1	1	0,90	49,65	OK	9840	0,023	6,36	0,70%	0,70%	OK	20	3,390	60,893	0,62%	OK	15	OK	OK
String 2,2	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 2,3	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 2,4	1	2	33,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,77	0,30%	0,30%	OK	20	3,390	26,492	0,27%	OK	15	OK	OK
String 2,5	1	2	33,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,13	0,45%	0,45%	OK	20	3,390	26,492	0,27%	OK	15	OK	OK
String 2,6	1	2	50	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,13	0,45%	0,45%	OK	20	3,390	39,541	0,40%	OK	15	OK	OK
String 2,7	1	2	50	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,13	0,45%	0,45%	OK	20	3,390	39,541	0,40%	OK	15	OK	OK
String 2,8	1	2	30	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,48	0,27%	0,27%	OK	20	3,390	23,725	0,24%	OK	15	OK	OK
String 2,9	1	2	30	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,48	0,27%	0,27%	OK	20	3,390	23,725	0,24%	OK	15	OK	OK
String 2,10	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 2,11	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 2,12	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 2,13	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 2,14	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 2,15	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 3

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia						Fusibles	
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 3,1	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	EPR	6	0	6	2(1x6)	55,125	90	1,14	0,79	1	1	0,90	49,65	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 3,2	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 3,3	1	2	34,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,85	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	27,283	0,28%	OK	15	OK	OK
String 3,4	1	2	34,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,85	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	27,283	0,28%	OK	15	OK	OK
String 3,5	1	2	40	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,31	0,36%	0,36%	OK	20	3,390	31,633	0,32%	OK	15	OK	OK
String 3,6	1	2	40	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,31	0,36%	0,36%	OK	20	3,390	31,633	0,32%	OK	15	OK	OK
String 3,7	1	2	62,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,16	0,57%	0,57%	OK	20	3,390	49,426	0,50%	OK	15	OK	OK
String 3,8	1	2	62,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,16	0,57%	0,57%	OK	20	3,390	49,426	0,50%	OK	15	OK	OK
String 3,9	1	2	67,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,58	0,61%	0,61%	OK	20	3,390	53,380	0,54%	OK	15	OK	OK
String 3,10	1	2	67,5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,58	0,61%	0,61%	OK	20	3,390	53,380	0,54%	OK	15	OK	OK
String 3,11	1	2	91	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,52	0,83%	0,83%	OK	20	3,390	71,965	0,73%	OK	15	OK	OK
String 3,12	1	2	91	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,52	0,83%	0,83%	OK	20	3,390	71,965	0,73%	OK	15	OK	OK
String 3,13	1	2	96	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,93	0,87%	0,87%	OK	20	3,390	75,919	0,77%	OK	15	OK	OK
String 3,14	1	2	96	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,93	0,87%	0,87%	OK	20	3,390	75,919	0,77%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 4

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia					Fusibles		
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 4,1	1	2	115	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	EPR	6	0	6	2(1x6)	55,125	90	1,14	0,79	1	1	0,90	49,65	OK	9840	0,023	9,50	1,04%	1,04%	OK	20	3,390	90,944	0,92%	OK	15	OK	OK
String 4,2	1	2	115	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	9,50	1,04%	1,04%	OK	20	3,390	90,944	0,92%	OK	15	OK	OK
String 4,3	1	2	87	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,19	0,79%	0,79%	OK	20	3,390	68,801	0,70%	OK	15	OK	OK
String 4,4	1	2	87	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,19	0,79%	0,79%	OK	20	3,390	68,801	0,70%	OK	15	OK	OK
String 4,5	1	2	35	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,89	0,32%	0,32%	OK	20	3,390	27,679	0,28%	OK	15	OK	OK
String 4,6	1	2	35	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,89	0,32%	0,32%	OK	20	3,390	27,679	0,28%	OK	15	OK	OK
String 4,7	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 4,8	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 4,9	1	2	59	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,87	0,54%	0,54%	OK	20	3,390	46,658	0,47%	OK	15	OK	OK
String 4,10	1	2	59	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,87	0,54%	0,54%	OK	20	3,390	46,658	0,47%	OK	15	OK	OK
String 4,11	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 4,12	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 4,13	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 4,14	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 4,15	1	2	30	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,48	0,27%	0,27%	OK	20	3,390	23,725	0,24%	OK	15	OK	OK
String 4,16	1	2	30	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,48	0,27%	0,27%	OK	20	3,390	23,725	0,24%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 5

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia					Fusibles		
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 5,1	1	2	77	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,36	0,70%	0,70%	OK	20	3,390	60,893	0,62%	OK	15	OK	OK
String 5,2	1	2	77	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,36	0,70%	0,70%	OK	20	3,390	60,893	0,62%	OK	15	OK	OK
String 5,3	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 5,4	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 5,5	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 5,6	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 5,7	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 5,8	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 5,9	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 5,10	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 5,11	1	2	33	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,73	0,30%	0,30%	OK	20	3,390	26,097	0,27%	OK	15	OK	OK
String 5,12	1	2	33	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,73	0,30%	0,30%	OK	20	3,390	26,097	0,27%	OK	15	OK	OK
String 5,13	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 5,14	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 5,15	1	2	61	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,04	0,55%	0,55%	OK	20	3,390	48,240	0,49%	OK	15	OK	OK
String 5,16	1	2	61	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,04	0,55%	0,55%	OK	20	3,390	48,240	0,49%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 6

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia					Fusibles		
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 6,1	1	2	50	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,13	0,45%	0,45%	OK	20	3,390	39,541	0,40%	OK	15	OK	OK
String 6,2	1	2	30	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,48	0,27%	0,27%	OK	20	3,390	23,725	0,24%	OK	15	OK	OK
String 6,3	1	2	30	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,48	0,27%	0,27%	OK	20	3,390	23,725	0,24%	OK	15	OK	OK
String 6,4	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 6,5	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 6,6	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 6,7	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 6,8	1	2	79	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,53	0,72%	0,72%	OK	20	3,390	62,475	0,63%	OK	15	OK	OK
String 6,9	1	2	58	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,79	0,53%	0,53%	OK	20	3,390	45,868	0,47%	OK	15	OK	OK
String 6,10	1	2	58	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,79	0,53%	0,53%	OK	20	3,390	45,868	0,47%	OK	15	OK	OK
String 6,11	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 6,12	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 6,13	1	2	34	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,81	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	26,888	0,27%	OK	15	OK	OK
String 6,14	1	2	34	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,81	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	26,888	0,27%	OK	15	OK	OK
String 6,15	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 6,16	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 7

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia					Fusibles		
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 7,1	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 7,2	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 7,3	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 7,4	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 7,5	1	2	30	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,48	0,27%	0,27%	OK	20	3,390	23,725	0,24%	OK	15	OK	OK
String 7,6	1	2	30	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,48	0,27%	0,27%	OK	20	3,390	23,725	0,24%	OK	15	OK	OK
String 7,7	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 7,8	1	2	49	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,05	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	38,750	0,39%	OK	15	OK	OK
String 7,9	1	2	59	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,87	0,54%	0,54%	OK	20	3,390	46,658	0,47%	OK	15	OK	OK
String 7,10	1	2	59	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	4,87	0,54%	0,54%	OK	20	3,390	46,658	0,47%	OK	15	OK	OK
String 7,11	1	2	62	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,12	0,56%	0,56%	OK	20	3,390	49,031	0,50%	OK	15	OK	OK
String 7,12	1	2	77	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,36	0,70%	0,70%	OK	20	3,390	60,893	0,62%	OK	15	OK	OK
String 7,13	1	2	77	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,36	0,70%	0,70%	OK	20	3,390	60,893	0,62%	OK	15	OK	OK
String 7,14	1	2	86	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,11	0,78%	0,78%	OK	20	3,390	68,010	0,69%	OK	15	OK	OK
String 7,15	1	2	86	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,11	0,78%	0,78%	OK	20	3,390	68,010	0,69%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 8

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia					Fusibles		
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 8,1	1	2	61	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,04	0,55%	0,55%	OK	20	3,390	48,240	0,49%	OK	15	OK	OK
String 8,2	1	2	63	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,21	0,57%	0,57%	OK	20	3,390	49,822	0,51%	OK	15	OK	OK
String 8,3	1	2	63	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,21	0,57%	0,57%	OK	20	3,390	49,822	0,51%	OK	15	OK	OK
String 8,4	1	2	75	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,20	0,68%	0,68%	OK	20	3,390	59,311	0,60%	OK	15	OK	OK
String 8,5	1	2	75	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,20	0,68%	0,68%	OK	20	3,390	59,311	0,60%	OK	15	OK	OK
String 8,6	1	2	80	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,61	0,73%	0,73%	OK	20	3,390	63,266	0,64%	OK	15	OK	OK
String 8,7	1	2	80	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,61	0,73%	0,73%	OK	20	3,390	63,266	0,64%	OK	15	OK	OK
String 8,8	1	2	81	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,69	0,73%	0,73%	OK	20	3,390	64,056	0,65%	OK	15	OK	OK
String 8,9	1	2	81	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,69	0,73%	0,73%	OK	20	3,390	64,056	0,65%	OK	15	OK	OK
String 8,10	1	2	90	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,44	0,82%	0,82%	OK	20	3,390	71,174	0,72%	OK	15	OK	OK
String 8,11	1	2	90	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,44	0,82%	0,82%	OK	20	3,390	71,174	0,72%	OK	15	OK	OK
String 8,12	1	2	105	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	8,68	0,95%	0,95%	OK	20	3,390	83,036	0,84%	OK	15	OK	OK
String 8,13	1	2	105	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	8,68	0,95%	0,95%	OK	20	3,390	83,036	0,84%	OK	15	OK	OK
String 8,14	1	2	108	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	8,92	0,98%	0,98%	OK	20	3,390	85,408	0,87%	OK	15	OK	OK
String 8,15	1	2	109	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	8,92	0,98%	0,98%	OK	20	3,390	86,199	0,88%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 9

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado								Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia						Fusibles	
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 9,1	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 9,2	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 9,3	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 9,4	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 9,5	1	2	47	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,88	0,43%	0,43%	OK	20	3,390	37,169	0,38%	OK	15	OK	OK
String 9,6	1	2	47	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,88	0,43%	0,43%	OK	20	3,390	37,169	0,38%	OK	15	OK	OK
String 9,7	1	2	33	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,73	0,30%	0,30%	OK	20	3,390	26,097	0,27%	OK	15	OK	OK
String 9,8	1	2	33	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,73	0,30%	0,30%	OK	20	3,390	26,097	0,27%	OK	15	OK	OK
String 9,9	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 9,10	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 9,11	1	2	96	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,93	0,87%	0,87%	OK	20	3,390	75,919	0,77%	OK	15	OK	OK
String 9,12	1	2	76	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,28	0,69%	0,69%	OK	20	3,390	60,102	0,61%	OK	15	OK	OK
String 9,13	1	2	62	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,12	0,56%	0,56%	OK	20	3,390	49,031	0,50%	OK	15	OK	OK
String 9,14	1	2	62	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,12	0,56%	0,56%	OK	20	3,390	49,031	0,50%	OK	15	OK	OK
String 9,15	1	2	76	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,28	0,69%	0,69%	OK	20	3,390	60,102	0,61%	OK	15	OK	OK
String 9,16	1	2	76	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,28	0,69%	0,69%	OK	20	3,390	60,102	0,61%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 10

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado								Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia						Fusibles	
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 10,1	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 10,2	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 10,3	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 10,4	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 10,5	1	2	34	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,81	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	26,888	0,27%	OK	15	OK	OK
String 10,6	1	2	34	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,81	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	26,888	0,27%	OK	15	OK	OK
String 10,7	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 10,8	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 10,9	1	2	62	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,12	0,56%	0,56%	OK	20	3,390	49,031	0,50%	OK	15	OK	OK
String 10,10	1	2	62	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,12	0,56%	0,56%	OK	20	3,390	49,031	0,50%	OK	15	OK	OK
String 10,11	1	2	76	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,28	0,69%	0,69%	OK	20	3,390	60,102	0,61%	OK	15	OK	OK
String 10,12	1	2	76	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,28	0,69%	0,69%	OK	20	3,390	60,102	0,61%	OK	15	OK	OK
String 10,13	1	2	90	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,44	0,82%	0,82%	OK	20	3,390	71,174	0,72%	OK	15	OK	OK
String 10,14	1	2	104	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,44	0,82%	0,82%	OK	20	3,390	82,245	0,84%	OK	15	OK	OK

INVERSOR 11

Estructura				Paneles Solares					Cableado							Corriente maxima cableado								Caida de Tension maxima						Pérdida de Potencia						Fusibles	
Tramo de cable	nº strings	nº conductores	Longitud (m)	Vmpp (V)	Impp (A)	Isc (A)	Ib (A)	Ib =1.25 (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Potencia maxima (W)	Resistividad (mm2.Ohm/m)	CdT (V)	CdT (%)	Cdt (%) Acumulada	CdT<1,5%	Temp Cable (ºC)	R(Ohm.km)	P(W)	P(%)	P<1%	In (A)	1.25*Ib ≤ In ≤ Iz	1.6*In ≤ 1.45*Iz
String 11,1	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 11,2	1	2	5	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	0,41	0,05%	0,05%	OK	20	3,390	3,954	0,04%	OK	15	OK	OK
String 11,3	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 11,4	1	2	20	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	1,65	0,18%	0,18%	OK	20	3,390	15,816	0,16%	OK	15	OK	OK
String 11,5	1	2	34	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,81	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	26,888	0,27%	OK	15	OK	OK
String 11,6	1	2	34	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	2,81	0,31%	0,31%	OK	20	3,390	26,888	0,27%	OK	15	OK	OK
String 11,7	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 11,8	1	2	48	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	3,97	0,44%	0,44%	OK	20	3,390	37,959	0,39%	OK	15	OK	OK
String 11,9	1	2	62	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,12	0,56%	0,56%	OK	20	3,390	49,031	0,50%	OK	15	OK	OK
String 11,10	1	2	62	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	5,12	0,56%	0,56%	OK	20	3,390	49,031	0,50%	OK	15	OK	OK
String 11,11	1	2	76	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,28	0,69%	0,69%	OK	20	3,390	60,102	0,61%	OK	15	OK	OK
String 11,12	1	2	76	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	6,28	0,69%	0,69%	OK	20	3,390	60,102	0,61%	OK	15	OK	OK
String 11,13	1	2	90	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	7,44	0,82%	0,82%	OK	20	3,390	71,174	0,72%	OK	15	OK	OK
String 11,14	1	2	104	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	8,59	0,94%	0,94%	OK	20	3,390	82,245	0,84%	OK	15	OK	OK
String 11,15	1	2	104	911,14	10,80	11,45	10,80	13,5	aire	Cu	XLPE	6	0	6	2(1x6)	56,35	90	1,14	0,79	1	1	0,90	50,75	OK	9840	0,023	8,59	0,94%	0,94%	OK	20	3,390	82,245	0,84%	OK	15	OK	OK

3.2.6. **TABLAS DE CÁLCULO EN CORRIENTE ALTERNA**

	Estructura				Inversor			Cableado							Corriente maxima cableado									Caida de tension máxima				
CT	nº Inversor	Tramo de cable	nº Circuitos	Longitud (m)	S (KVA)	Vn (V)	In (A)	Metodo Instalacion	Conductor	Aislante	nº cables/ agrupacion	dist entre cables (m)	Seccion cable (mm²)	Sección (mm2)	Iz max cable IEC (A)	Maxima Temp operación	K1 (temp.)	K2 (agrup)	K3 (resist.)	K4 (prof)	K total	Iz corregido (A)	Ib<Iz	Resistividad (mm2.Ohm/m)	Factor de potencia (cos phi)	CdT (V)	CdT (%)	CdT<1.5%
1	Inv1	Inv1 - ct	1	10	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	3(1x120)	361,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	158,73	OK	0,037	0,90	0,75	0,09%	OK
	Inv2	Inv2 - ct	1	185	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	3(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	201,77	OK	0,037	0,90	8,99	1,12%	OK
	Inv3	Inv3 - ct	1	20	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	120	3(1x120)	361,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	158,73	OK	0,037	0,90	1,50	0,19%	OK
	Inv4	Inv4 - ct	1	197	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	3(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	201,77	OK	0,037	0,90	9,58	1,20%	OK
	Inv5	Inv5 - ct	1	216	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	3(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	201,77	OK	0,037	0,90	10,50	1,31%	OK
	Inv6	Inv6 - ct	1	185	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	3(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	201,77	OK	0,037	0,90	8,99	1,12%	OK
	Inv7	Inv7 - ct	1	188	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	3(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	201,77	OK	0,037	0,90	9,14	1,14%	OK
	Inv8	Inv8 - ct	1	226	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	3(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	201,77	OK	0,037	0,90	10,99	1,37%	OK
	Inv9	Inv9 - ct	2	311	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	6(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	403,54	OK	0,037	0,90	7,56	0,94%	OK
	Inv10	Inv10 - ct	2	332	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	6(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	403,54	OK	0,037	0,90	8,07	1,01%	OK
	Inv11	Inv11 - ct	2	352	215	800,00	155,16	enterrado	Al	XLPE	12	0	185	6(1x185)	459,375	90	1,07	0,47	0,87	1	0,44	403,54	OK	0,037	0,90	8,56	1,07%	OK

4. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

La instalación fotovoltaica objeto del proyecto dispone de los siguientes sistemas de puesta a tierra:

- Puesta a tierra de protección. De acuerdo con la ITC-RAT 13 a esta puesta a tierra se conectarán todas las partes metálicas que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencias de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Estos elementos son:
  - Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
  - Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
  - Las puertas metálicas de los locales.
  - Las vallas y cercas metálicas.
  - Las columnas, soportes, pórticos, etc.
  - Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengas instalaciones de alta tensión.
  - Las armaduras metálicas de los cables.
  - Las tuberías y conductos metálicos.
  - Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
  - Hilos de guarda o cable de puesta a tierra.
  - Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
  - Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.
  - Puesta a tierra de servicio. De acuerdo con la ITC-RAT 13 se conectarán a tierra a dicha puesta a tierra los siguientes elementos:
  - Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
  - El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
  - Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.
- Puesta a tierra de servicio. De acuerdo con la ITC-RAT 13 se conectarán a tierra a dicha puesta a tierra los siguientes elementos:
  - Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.

- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.

- Puesta a tierra de baja tensión. Según la ITC-BT 18, la puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusible ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico de baja tensión o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. La puesta a tierra de baja tensión puede conformarse por los siguientes elementos de la instalación:
  - PaT de los báculos.
  - PaT del vallado.
  - PaT general (las estructuras solares, los inversores fotovoltaicos, los módulos
  - fotovoltaicos y resto de los equipos)

Una vez definidos los distintos sistemas de puesta a tierra, en capítulos posteriores de este mismo documento, se realizarán las justificaciones pertinentes para establecer si se puede producir la unión entre los distintos sistemas de puesta a tierra y, de no ser así, conocer la distancia de separación entre los distintos sistemas de puesta a tierra.

4.1. PUESTA A TIERRA DE BAJA TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN FV

De acuerdo con la ITC-BT 18, la resistencia de puesta a tierra de un conductor enterrado horizontalmente se puede estimar de acuerdo con la siguiente expresión:

$$R = \frac{2\rho_S}{L} = \frac{2 \cdot 957}{1.033} = 1{,}853\ \Omega$$

Siendo:

- ρS=Resistividad media del terreno en Ω m.
- L=Longitud del conductor en m.

4.1.1. SEPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo con la ITC-BT 18, en el caso en el que no se cumpla la distancia de seguridad, sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de baja tensión con la puesta a tierra de protección del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que, en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

Esta tensión máxima aplicada se indica en la ITC-BT 18 y su guía de aplicación, que debe ser calculada tal y como se contempla en MIE-RAT-13.

$$V_c = \frac{k}{t^n} \cdot (1 + \frac{1{,}5 \cdot \rho_s}{1.000})$$

Donde :

- ρS: Resistividad superficial. Resistividad correspondiente al tipo de terreno que conforma la superficie de contacto.
- t:la duración del defecto en A T
- k=72 y n=1 para $t \leq 0{,}9s$
- k=78,5 y n=0,18 para $0{,}9 < t \leq 3$ s

$$V_c = \frac{72}{0{,}2^1} \cdot \left(1 + \frac{1{,}5 \cdot 957}{1.000}\right) = 876{,}78\, V$$

La normativa MIE-RAT-13, se encuentra derogada en la actualidad por ITC-RAT 13.
En la ITC-RAT 13 se encuentra definida la tensión de contacto máximo aplicada en función de la duración de una falta.

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

Considerando que se dimensionan los relés de disparo de las celdas de protección para que su actuación sea menor de 0,5s. Indistintamente de cuál sea la tensión máxima aplicada, se debe de calcular cual es la tensión de la puesta a tierra de baja tensión de la planta.

En la planta fotovoltaica se cuenta con las instalaciones de puesta a tierra de protección del centro de transformación, con una resistencia de 41,61 Ω y una corriente de puesta a tierra IG=78,87 A.
Por lo tanto, y teniendo en cuenta la resistencia de la puesta a tierra de baja tensión. La resistencia equivalente de un sistema único de puesta a tierra resulta de:

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{41{,}61} + + \frac{1}{1{,}853}} = 1{,}774\ \Omega$$

La tensión aplicada se calcularía tal y como se indica en la ITC-BT-18, empleando la siguiente expresión.

$$U = I_G \cdot R_{eq} = 78{,}87 \cdot 1{,}774 = 139{,}9\ V$$

Indistintamente de la norma empleada, la tensión aplicada es menor de la requerida en ambas normativas. Cumpliendo así lo estipulado en la reglamentación. Por lo que se puede afirmar que, indistintamente de cuál sea la configuración en el caso más desfavorable, que es que todos los sistemas de puesta a tierra estén unidos, se cumpliría la normativa de aplicación y en el caso de que se instalasen más electrodos, la estimación de tensiones realizada, mejoraría ya que al incluir más elementos a la puesta a tierra la resistencia equivalente disminuirá y por consecuencia, el voltaje.

Por otro lado, la resistencia de puesta a tierra de las masas de los servicios auxiliares será tal que la tensión de contacto no supere en ninguno de los casos una tensión de 24 V, según se establece enla ITC-BT 24 para un esquema TN-C en instalaciones a la intemperie. Para calcular la resistencia de puesta a tierra límite se utiliza la siguiente expresión:

$$U = RA \; x \; Ia$$

donde:

- U: es la tensión de contacto límite convencional (en este caso 24 V)
- RA: es resistencia de puesta a tierra
- Ia: es la corriente que asegura el funcionamiento (en este caso se utilizan diferenciales de 30 mA).

Sustituyendo los valores en la fórmula anterior se obtiene que la resistencia de puesta a tierra debe tener un valor máximo de 800 Ω.

5. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL ELECTRODO

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

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

Donde:

• S: sección del conductor en mm2;
• I: intensidad de defecto prevista que circula en el conductor en amperios;
• t: tiempo de actuación de la protección, en este caso 0,5 segundo;
• k: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas iniciales y finales en el cortocircuito, obtenido de la norma UNE-HD 60364-5-54 para un conductor desnudo en condiciones normales, con un valor de 159.

El valor de la intensidad de defecto tendrá un valor de 78,87 A. Sustituyendo los valores conocidos en la fórmula anterior se obtiene una **sección mínima de 0,35 mm2** para el conductor de puesta a tierra. Puesto que el electrodo de puesta a tierra se ha proyectado con una sección transversal superior por lo que se garantiza la integridad de este en caso de producirse el defecto a tierra más desfavorable.

6. CONCLUSIONES

Se puede concluir que las puestas a tierra de la planta cumplen con la normativa de aplicación, aunque la distancia de separación no sea suficiente como para considerar que las puestas a tierra son sistemas independientes, concluyendo que esta se encuentre dentro de las condiciones de operación establecidas por la normativa de baja tensión.

Granada, mayo 2025

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

ANEXO 4: CRONOGRAMA

ÍNDICE

1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN 3

1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

CRONOGRAMA PSFV TORREJÓN DE VELASCO																								
Id	Nombre de tarea	Duración	Mes 1					Mes 2					Mes 3					Mes 4					Mes 5	
		Semana	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2
1	**PSFV TORREJÓN DE VELASCO**	**110**																					
2	**OBRA CIVIL**	**35**																					
3	PREPARACIÓN DE LOS TERRENOS	8																					
4	VALLADO PERIMETRAL DE LA INSTALACIÓN	7																					
5	PREPARACIÓN DE INSTALACIONES TEMPORALES	5																					
6	MOVIMIENTO DE TIERRAS	5																					
7	CONSTRUCCIÓN DE ACCESO Y VIALES INTERNOS	7																					
8	EXCAVACIONES DE ZANJAS Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	10																					
9	HINCADO DE SEGUIDORES	8																					
10	CIMENTACIÓN BLOQUES DE POTENCIA	5																					
11	**MONTAJE**	**60**																					
12	**MONTAJE MECÁNICO**	**40**																					
13	INSTALACIÓN DE SEGUIDORES	35																					
14	INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	35																					
15	INSTALACIÓN CASETAS TRANSFORMADORAS	5																					
16	INSTALACIÓN EDIF. PREFABRICADO CONTROL	3																					
17	**MONTAJE ELÉCTRICO**	**45**																					
18	INSTALACIÓN CABLEADO DC, CUADROS, ETC	15																					
19	INST. TRANSFORMADORES, INVERSORES, CELDAS	10																					
20	INSTALACIÓN CABLEADO MT Y F.O.	20																					
21	EQUIPOS AUXILIARES	5																					
22	**MONTAJE INSTALACIONES DE SERVICIOS AUXILIARES**	**5**																					
23	INSTALACIÓN SISTEMA MONITORIZACIÓN Y CONTROL	5																					
24	INSTALACIÓN SISTEMA VIDEOVIGILANCIA	5																					
25	INST. AUX. (ALUMBRADO, CONTRA INCENDIOS, ETC)	5																					
26	**INTERCONEXIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA**	**15**																					
27	ENERGIZACIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	0																					
28	ENSAYOS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN	5																					
29	CONEXIÓN A RED DE DISTRIBUCIÓN	5																					
30	ENSAYOS PLANTA FOTOVOLTAICA	5																					
31	INICIO VENTA ENERGÍA	0																					

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

ANEXO 5: GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE

1. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA 3

2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 4

3. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN EN EL COMIENZO DE LAS OBRAS 5

3.1. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN DE LA PUESTA EN OBRA 5

3.2. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN DEL ALMACENAMIENTO EN OBRA 6

4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 7

5. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS 8

6. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR 9

7. PRESUPUESTO 11

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:

- 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.

17.03.02. Mezclas bituminosas sin alquitrán o hulla.

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.

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:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- 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 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 ero 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.

3. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN EN EL COMIENZO DE LAS OBRAS

Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras 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.

3.1. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN DE 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.

3.2. 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 menos cabo de la calidad de la obra.

4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

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

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan 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

5. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Se realizará una segregación por fracciones, en caso de que dichas fracciones de forma individualizada superen las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de una documentación acreditativa.

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

6. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

A continuación, se incluye la estimación expresada en toneladas o metros cúbicos según el tipo de residuo, con la código correspondiente publicado en la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, considerando residuo de construcción y demolición cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de residuo incluida en la legislación vigente, se genere en una obra de construcción o demolición , del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse, exceptuando las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración , acondicionamiento o relleno, siempre y cuando acreditarse fehacientemente su destino o reutilización.

Estimación de residuos en OBRA NUEVA:	ZANJAS BT/MT	Uds
Longitud de zanjas	457,00	m
Ancho de zanjas	0,95	m
Profundidad de zanjas	1,01	m
Volumen total de zanjas	438,49	m3
Volumen total de residuos	2,04	m3
Volumen de tierras sobrantes	**1,84**	**m3**
Volumen de RCDs Nivel II	**0,2018**	**m3**

Estimación de residuos en OBRA NUEVA:	ARQUETAS	Uds
Nº de Arquetas	3	m
Ancho de arqueta	0,8	m
Profundidad de arqueta	1	m
Volumen total de arquetas	1,92	m3
Volumen total de residuos	0,039	m3
Volumen de tierras sobrantes	0,03354	m3
Volumen de RCDs Nivel II	0	m3

Estimación de residuos en OBRA NUEVA:	Viales	Uds
Longitud total de viales	174,77	m
Ancho de viales	5	m
Volumen total camino	131,078	m3
Volumen total de residuos	0,38	m3
Volumen total tierra sobrantes	0,342	m3
Volumen de RCDs Nivel II	0,034	m3

Estimación de residuos en OBRA NUEVA:	Estaciones transformadoras	Uds
Número de Estaciones Transformadoras	1	Ud
Longitud de excavación	13	m
Ancho de excavación	3,5	m
Profundidad de excavación	0,5	m
Volumen total de excavación	16,25	m3
Volumen total de residuos	9,75	m3
Volumen de tierras sobrantes	8,775	m3
Volumen de RCDs Nivel II	0,975	m3

Estimación de residuos no peligrosos				
RCD de nivel II (naturaleza no pétrea)				
Tipo de RCD	**Código LER**	**Toneladas (Tn)**	**Densidad (Tn/m3)**	**Volumen de residuos (m3)**
Hormigón	17 01 01	15	2,40	6,25
Pétreos	17 09 04	1,22	2,00	2,44
Metales	17 04 05	1,5	1,80	0,84
Plástico	17 02 03	0,25	0,90	0,28
Papel y Cartón	20 01 01	0,25	0,90	0,28
Madera	17 02 01	12,5	0,60	20,84
Total		**30,72**		**30,93**

7. PRESUPUESTO

Una vez realizada la estimación de residuos que se generarán en la fase constructiva del parque solar fotovoltaico, se muestra a continuación el presupuesto correspondiente a la gestión de los residuos de la obra.

Tipo de RCD	Código LER	Estimación (m3)	Precio Canon (€/m3)	Transporte a vertedero (€)	Importe total (€)
Hormigón	17 01 01	6,25	10,00	250,00	312,5
Pétreos	17 09 04	2,44	8,00	200,00	219,52
Metales	17 04 05	0,84	6,00	150,00	155,01
Plástico	17 02 03	0,28	6,00	150,00	155,04
Papel y Cartón	20 01 01	0,28	6,00	150,00	151,68
Madera	17 02 01	20,84	10,00	150,00	358,40
				Total	**1.352,15**

El coste total de RCDs es de 1352,15 €.

Durante la fase de ejecución no se prevé generación de residuos peligrosos.

El presupuesto de GESTIÓN DE RESIDUOS asciende **a MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con QUINCE céntimos (1352,15 €).**

Granada, mayo de 2025

[redacted]

Greening concesiones

PROYECTO EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA
2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

ANEXO 6:

DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

Índice

1. INTRODUCCIÓN 3

1.1. OBJETO Y ANTECEDENTES DEL DESMANTELAMIENTO 3

1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES 3

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO 6

2.1. DESCONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BT 6

2.2. DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA 7

2.3. DESMANTELAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS Y MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 7

2.4. DESMANTELAMIENTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8

2.5. DESMANTELAMIENTO DEL VALLADO PERIMETRAL 8

2.6. DESMANTELAMIENTO DE LOS VIALES INTERNOS 8

2.7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 8

2.8. REVEGETACIÓN 8

2.9. PLAZO DE EJECUCIÓN 9

3. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO 11

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO Y ANTECEDENTES DEL DESMANTELAMIENTO

El objeto del siguiente anexo es el de establecer las condiciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de los trabajos de desmantelamiento y restauración de la instalación solar fotovoltaica PSFV TORREJON DE VELASCO de 2 MW proyectada en el término municipal de Torrejón de Velasco, Madrid.

Por otra parte, se valorarán dichos trabajos para fijar la cuantía que sirva de aval para asegurar los gastos de restitución de los terrenos a su estado original.

1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES

El presente proyecto de ejecución se redacta una vez concedido el punto de conexión por i-DE con el consecuente envío de las condiciones técnico-económicas, con el fin de realizar la incorporación de un sistema de generación eléctrica renovable basado en el aprovechamiento de la energía procedente del sol y que evacúe a la red eléctrica la energía producida en el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).

A continuación, se enumeran los elementos principales de la instalación:

Generador fotovoltaico compuestos por células de silicio monocristalino con tecnología PERC. Estará formado por módulos fotovoltaicos de 620 Wp de potencia en condiciones STC (Standard Test Conditions), agrupados en 169 strings de 24 módulos cada uno con la configuración de 2Vx24 y 2Vx12.

Habrá un total de 11 inversores de string de 200 kW de potencia nominal, que irán repartidos por la instalación sujetos a la estructura de los seguidores, y el transformador de 2,5 MVA, por lo que la instalación estará formada por:

- 2000 kW de potencia nominal AC, siendo la potencia instalada en inversores 2200 kW, pero limitada ésta a la potencia nominal indicada.
- Potencia pico: 2514,72 kWp

La instalación de los módulos se realizará sobre una estructura seguidor. El cableado de los módulos irá ubicado en las propias estructuras.

Se dispondrá de 1 transformador 15/0,8 kV de 2,5 MVA de potencia aparente, que se ubicará dentro del Centro de Transformación, donde saldrá una Línea Subterránea de Media Tensión a 15 kV (objeto de otro proyecto) hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).

Línea Subterránea de Media Tensión desde el Centro de Transformación hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).

Viales de acceso, caminos interiores, cerramiento perimetral, etc.

Instalaciones auxiliares del parque solar fotovoltaico (sistema de monitorización y control, estación meteorológica, alumbrado exterior de seguridad, video vigilancia o CCTV, etc.).

La energía producida por los módulos en corriente continua se conduce al inversor, que, utilizando tecnología de potencia, la convierte en corriente alterna a 800 VAC y 50 Hz.

Los strings de los módulos fotovoltaicos irán a los inversores. Antes de entrar a cada inversor, se colocarán interruptores automáticos de continua que derivarán la instalación a tierra en el caso de que se produzca un fallo de aislamiento en la parte de continua de la instalación.

La salida de cada inversor irá conectada al cuadro de protección AC, donde irá ubicado el interruptor automático/seccionador y desde donde se conectará al transformador situado en el centro de transformación donde elevará a una tensión de 15 kV. Desde la celda de salida del centro de transformación partirá la Línea Subterránea de Media Tensión hasta el punto de conexión concedido por i-DE en la línea 5-PARLA LINEA 5 de 15 kV de la STR LAS AVENIDAS (15 kV).

Las protecciones del sistema irán conforme al Real Decreto 1578/2008 y a las normas particulares de i-DE. El cableado y los elementos de protección serán conformes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (e Instrucciones Complementarias).

En la siguiente tabla resumen pueden observarse los datos de diseño del parque solar fotovoltaico:

Nombre la Planta Solar Fotovoltaica	PSFV TORREJON DE VELASCO
Potencia (kWp)	2514,72
Tipo de instalación	Seguidor
Distribución en mesa	79x24 módulos (2V) 11x12 módulos (2V)
Módulo Fotovoltaico	Jinko Solar JKM620n-78HL4-BDV
Tipo de tecnología	Silicio Monocristalino
Número de módulos	4.056
Número de inversores	11 inversores SUN2000-215KTL-H0
Localización (Coor. UTM ETRS89)	X = 434.206,64 Huso 30 Y = 4.447.263,04 Huso 30
Municipio	Torrejón de Velasco
Provincia	Madrid
Tiempo estimado de construcción	5 meses
Producción estimada (MWh/año)	5619

Tabla 1. Resumen planta solar fotovoltaica "PSFV TORREJON DE VELASCO"

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

La vida útil del proyecto se estima en 35-40 años. No obstante, el término será evaluado por los encargados del mantenimiento de la misma, pudiendo alargar la instalación su vida útil en torno a 5-10 años más.

Teniendo en cuenta el dato anterior, la previsión del desmantelamiento se hará teniendo en cuenta un contexto general, sin poder preverse con precisión el procedimiento a ejecutar una vez pasado este período.

En una fecha próxima al final de la vida útil, aproximadamente un año, se redactará un documento más preciso de las obras del desmantelamiento.

Para el desmantelamiento de la instalación, se ha de ejecutar las siguientes obras:

- Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje y retirada de seguidores e hincas.
- Retirada de circuitos eléctricos e interconexión.
- Desmontaje del sistema de Inversión.
- Desinstalación de los sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida, etc.
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Retirada de la infraestructura de evacuación.
- Restauración final, vegetal y paisajística.

2.1. DESCONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BT

La instalación eléctrica se realiza en distintos tramos: un primer tramo de interconexión entre módulos con cables fijos a la estructura, un segundo tramo, una red de canalizaciones o zanjas subterráneas hasta el inversor y un último tramo, desde el inversor hasta el Centro de Transformación (circuito AC), fijos sobre los cuadros de Baja Tensión situados dentro del centro de transformación. Todo el cableado eléctrico se realiza mediante conductores de cobre y aluminio unipolares flexibles, los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

1. Desconexión de cableado de interconexión de módulos. Acopio en camión para transporte, ya sea a vertedero autorizado o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.

2. Recuperación y transporte a vertedero autorizado de cableado eléctrico instalado en zanjas bajo tierra. Acopio en camión y transporte a vertedero autorizado o, al igual que en el caso anterior, a otro emplazamiento para su posterior reutilización/reciclado.

3. Desconexión y desmontaje de elementos de conexión y protección y acopio en camión de transporte. Otro trabajo que forma parte del desmantelamiento de la instalación eléctrica es el desmantelamiento de las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico de las instalaciones.

De acuerdo con esto, con posterioridad al desmontaje de las estructuras soporte de las instalaciones fotovoltaicas se llevarán a cabo estos trabajos. Para ello, se recuperarán todas las arquetas y se trasladarán, en camiones, a vertederos autorizados. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno mediante relleno de zanjas.

2.2. DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

1. Recuperación y transporte a vertedero autorizado de cableado eléctrico instalado en arquetas bajo tubo. Acopio en camión y transporte a vertedero autorizado o, al igual que en el caso anterior, a otro emplazamiento para su posterior reutilización/reciclado.

2. Desconexión y desmontaje de elementos de conexión y protección y acopio en camión de transporte. Otro trabajo que forma parte del desmantelamiento de la instalación eléctrica es el desmantelamiento de las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico de las instalaciones. De acuerdo con esto, con posterioridad al desmontaje de las estructuras soporte y de las cimentaciones de los seguidores se llevarán a cabo estos trabajos. Para ello, se recuperarán todas las arquetas y se trasladarán, en camiones, a vertederos autorizados. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno mediante relleno de zanjas.

2.3. DESMANTELAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS Y MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para llevar a cabo el desmontaje de los módulos que constituyen el generador Fotovoltaico, hay que tener en cuenta que éstos están unidos a la estructura soporte mediante tornillería, en las cuatro esquinas de su marco. Una vez desmontados, los módulos se trasladarán a un camión, haciendo uso para ello de una carretilla elevadora y grúa.

En caso de la no reutilización de los módulos fotovoltaicos se podrán utilizar medios mecánicos para el achatarramiento y compactación de los mismos, con objeto de minimizar el volumen. En cualquier caso, los módulos fotovoltaicos constituyen un sustrato completamente inerte y se puede considerar como material de construcción, por lo que no requerirán ningún tratamiento específico previo a su vertido en emplazamientos autorizados.

Dichas estructuras están montadas mediante tornillería y cordones de soldadura, así pues, el desmantelamiento se realizará con corte de soldadura y de tornillería por radial. Se desmontará la estructura metálica y una vez en el suelo se procederá a desarmarla. Los materiales desmontados serán trasladados a un lugar adecuado para su disposición, reutilización o reciclado.

Los pilares de la estructura metálica serán directamente hincados en tierra mediante perfiles metálicos. Así pues, para su desmantelamiento será preciso su extracción con medios mecánicos. Los perfiles metálicos obtenidos se acopiarán, serán cargados en camión y trasladados a la gestora de residuos metálicos más cercana.

2.4. DESMANTELAMIENTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Antes de comenzar el desmontaje deberá desconectarse en ambos extremos de la instalación. Después habrá que proceder al desmontaje del edificio prefabricado del centro de seccionamiento y transformación. Para realizar los trabajos anteriores, se hará uso de un camión grúa en el que se acopiarán todos los materiales y, a continuación, se transportarán a un vertedero autorizado.

2.5. DESMANTELAMIENTO DEL VALLADO PERIMETRAL

El vallado perimetral se desmantelará retirando los postes y vallas metálicas. Para aquellos postes que dispongan de cimentación, esta se demolerá con martillo neumático. Los residuos generados serán solamente férreos y escombros de las cimentaciones que serán tratados de igual forma que los resultantes del resto del desmantelamiento de la instalación.

2.6. DESMANTELAMIENTO DE LOS VIALES INTERNOS

En cuanto a los viales de acceso, se retirará la capa de zahorra artificial de la explanada de vial con excavadora y se transportará a vertedero autorizado. A continuación, se realizará el descompactado y el despedregado de la explanada y de las cunetas de manera que se facilite la posterior revegetación. El cajeado se rellenará con material de la zona, procurando conseguir un balance nulo en los movimientos de tierras. Se finalizará la preparación del terreno con la extensión de una capa de tierra vegetal de 20 cm de espesor.

Y, por último, mediante la revegetación, se pretende, evitar la erosión, conseguir la integración paisajística y, finalmente, la restitución de la vegetación autóctona. Se realizará esta actuación en las superficies afectadas por los viales internos, arquetas y soleras.

2.7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Es de aplicación el estudio de seguridad y salud incluido en el proyecto inicial.

Además, dado que la vida útil de la instalación se prevé 30 años tras la puesta en servicio, serán de aplicación las cuantas disposiciones legales en materia de seguridad y salud estén vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, teniendo en cuenta en su caso, la revisión de los métodos y procedimientos de trabajo en función del avance de la técnica.

El contratista adjudicatario 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 los mismos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

2.8. REVEGETACIÓN

Con la revegetación se pretende, a corto plazo, evitar la erosión y conseguir la integración paisajística; y, a medio, la restitución de la vegetación autóctona.

Hidrosiembra

Se realizará esta actuación en las superficies afectadas por los viales internos, arquetas y soleras de la planta fotovoltaica. Se ha optado por la hidrosiembra en todo el conjunto ya que es un método sencillo y económico para estabilizar el suelo, favoreciendo la rápida revegetación y previniendo la erosión. Esto se consigue mezclando, en la hidrosembradora, agua con una serie de componentes: semillas, fertilizantes, estabilizantes, correctores del pH, mulches y aditivos especiales.

Será realizada mecánicamente mediante una hidrosembradora sobre camión. El periodo óptimo para realizar la siembra es el otoño (último trimestre del año) o en la primavera (segunda mitad del primer cuatrimestre del año) siempre y cuando se cumplan las condiciones de savia parada o tempero en el suelo.

Las especies a utilizar dependerán deben reunir las condiciones de rusticidad suficientes para garantizar un mínimo de capacidad de supervivencia en unas condiciones muy desfavorables. Por otro lado, interesa conseguir la integración con el paisaje circundante, por lo que en la mezcla de semillas se incluirán especies herbáceas presentes en la zona sin de semillas de arbustos.

El proceso de hidrosembrado se realiza en dos fases:

1. Siembra con hidrosembradora, con la siguiente composición del puré fértil:

- Mezcla de semillas (25 g/m^2)
- Mulch fibra corta 100 (g/m^2)
- Estabilizador de suelos 10 (g/m^2)
- Abono químico soluble 30 (g/m^2)
- Agua 4 (l/m^2)

2. Tapado: también con la misma máquina y el puré fértil con la siguiente composición:

- Mulch fibra corta 100 (g/m^2)
- Estabilizador de suelos 10 (g/m^2)
- Agua 4 (l/m^2)

Tras la realización de la hidrosiembra se cuidará que la humedad del terreno sea la adecuada, sobre todo en las primeras semanas en las que se produzca la germinación de la semilla. Esto será especialmente así si la hidrosiembra se realiza en primavera, cuando existe un mayor riesgo de escasez de lluvia y aumento de la insolación que sequen la siembra. En este caso se vigilará el aporte de agua al terreno y se realizarán riegos de mantenimiento si se considera necesario.

Durante la germinación se controlará el porcentaje de éxito de la germinación, comprobando que éste ha sido el esperado. En caso contrario se determinará si el bajo éxito se debe a falta de calidad de la semilla o a las condiciones de siembra o germinación, adoptando las medidas necesarias para corregirlo en posteriores aplicaciones.

2.9. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de los trabajos de desmantelamiento y restauración final en el Parque Solar de Torrejón de Velasco es de 4 semanas, según el siguiente cronograma:

Id	Nombre de tarea	Duración	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
		Días	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	**DESMANTELAMIENTO PSFV TORREJON DE VELASCO**	**26**																				
2	DESMANTELAMIENTO LINEA ELECTRICA INSTALACION SOLAR NO ENTERRADA	2																				
3	RECUPERACION DEL CABLEADO BT ENTERRADO	3																				
4	RECUPERACION RESTO DE MATERIAL ELECTRICO	1																				
5	DESMANTELAMIENTO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	5																				
6	DESMANTELAMIENTO DE LOS INVERSORES	1																				
7	DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURA SEGUIDOR	6																				
8	DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURA SOPORTE HINCADO	2																				
9	DESMANTELAMIENTO DE EDIFICIO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1																				
10	DESMONTAJE Y DEMOLICIÓN DEL CERRAMIENTO PERIMETRAL	2																				
11	DEMOLICION OBRA CIVIL	1																				
12	RESTAURACION VEGETAL PAISAJISTICA	2																				

3. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO

DESMANTELAMIENTO PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJON DE VELASCO					
1. DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
Cód.	**Ud.**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio Ud. (€)**	**Precio Total (€)**
1.1		**Desmantelamiento línea eléctrica instalación solar no enterrada**	**1**	**2614,6**	**2614,6**
1.1.1	m.	Recuperación cableado eléctrico de instalación solar Desinstalado de la red eléctrica en las estructuras soporte con recuperación de elementos, tubos, cajas, etc. Retirada y almacenamiento para su posterior transporte.	8382	0,3	2514,6
1.1.2	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado Transporte a planta de tratamiento o valorización de residuos autorizado.	1	100	100
1.2		**Recuperación del cableado BT enterrado**	**1**	**1693,3**	**1693,3**
1.2.1	m.	Recuperación del cableado eléctrico enterrado con ayuda de medio mecánicos Desmontado de red de instalación eléctrica enterrada desde estructuras hasta el centro de seccionamiento, con recuperación de elementos, tubos, cajas, mecanismos, etc. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza. Retirada del relleno natural para su posterior uso en el relleno de la zanja.	2222	0,1	222,2
1.2.2	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado	1	100	100
1.2.3	m3	Relleno de zanjas y zonas afectadas Relleno de zanjas mediante medios mecánicos y posterior compactación.	457	3	1371
1.3		**Recuperación del resto material eléctrico**	**1**	**271**	**271**
1.3.1	Ud.	Recuperación del resto material eléctrico (Cuadros, protecciones,) Desmontaje y recuperación del sistema de seguridad, vigilancia, medida y control.	6	28,5	171
1.3.2	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado Retirada, carga y traslado a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos para su reciclado	1	100	100
		TOTAL DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA	**1**	**4578,9**	**4578,9**

2. DESMANTELAMIENTO MÓDULOS E INVERSORES					
Cód.	**Ud.**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio Ud. (€)**	**Precio Total (€)**
2.1		**Desmantelamiento módulos FV**	**1**	**2630,8**	**2630,8**
2.1.1	Ud.	Desmantelamiento módulos FV de la estructura soporte Desmontado de paneles fotovoltaicos y elementos de fijación, uniones, etc. Se incluye la carga y descarga en zona de acopio, con retirada de elementos recuperados para su posterior transporte a planta de reciclado autorizado.	4056	0,55	2230,8
2.1.2	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado Transporte a planta de reciclado autorizado	4	100	400
2.2		**Desmantelamiento de los inversores**	**1**	**130**	**160**
2.2.1	Ud.	Desmontaje de inversores	11	10	110
2.2.2	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado	1	50	50
		TOTAL DESMANTELAMIENTO MÓDULOS E INVERSORES	**1**	**2790,8**	**2790,8**

3. DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURAS SOPORTE MÓDULOS FV					
Cód.	**Ud.**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio Ud. (€)**	**Precio Total (€)**
3.1		**Desmantelamiento estructura soporte horizontal**	**1**	**2450**	**2450**
3.1.1	Ud.	Recuperación de la estructura soporte horizontal Desmontado de estructura seguidor que actúa como soporte del módulo, sin aprovechamiento del material y retirada del mismo.	90	25	2250
3.1.2	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado Transporte a planta de reciclado de chatarra férrea.	2	100	200

3. DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURAS SOPORTE MÓDULOS FV					
Cód.	**Ud.**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio Ud. (€)**	**Precio Total (€)**
3.2		**Desmantelamiento estructura soporte hincado**	**1**	**2261**	**2261**
3.2.1	Ud.	Recuperación de la estructura soporte con ayuda de medios mecánicos Desmontado de los perfiles hincados de acero galvanizado que sirven de soporte a la parrilla y accesorios, sin aprovechamiento del material.	458	4,5	2061
3.2.3	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado Retirada de los perfiles y transporte a planta de reciclado de chatarras férreas.	2	100	200
		TOTAL DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURAS SOPORTE MÓDULOS FV	1	**4711**	**4711**

4. DESMANTELAMIENTO CENTRO DE SECCIONAMIENTO-TRANSFORMACIÓN					
Cód.	**Ud.**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio Ud. (€)**	**Precio Total (€)**
4.1		**Desmantelamiento de edificio de centro de transformación**	**1**	**842,5**	**842,5**
4.1.1	Ud.	Desconexión y desmontaje de aparamenta del centro de seccionamiento-transformación	1	455	455
4.1.2	Ud.	Carga con ayuda de camión grúa de centro de transformación	1	250	250
4.1.3	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado	1	100	100
4.1.4	m3	Relleno de zanjas y zonas afectadas	15	2,5	37,5
		TOTAL DESMANTELAMIENTO CENTRO DE SECCIONAMIENTO-TRANSFORMACIÓN	**1**	**842,5**	**842,5**

5. DESMANTELAMIENTO DE CERRAMIENTO PERIMETRAL					
Cód.	**Ud.**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio Ud. (€)**	**Precio Total (€)**
5.1		**Desmontaje y demolición de cerramiento perimetral**	**1**	**1670,8**	**1670,8**
5.1.1	m	Retirada de materiales sobrantes a vertedero autorizado, incluso carga y transporte Desmontado por medios manuales de vallado perimetral de la parcela compuesto de malla metálica y montantes retirando y acopiando los elementos para su traslado.	962	1,4	1346,8
5.1.2	m3	Demolición macizos de anclaje Descombrado y/o picado de elementos macizos de cimentación de los montantes y retirada de escombros. Incluye limpieza del lugar de trabajo, relleno de los huecos del terrenos y transporte a planta.	28	8	224
5.1.3	Ud.	Transporte a vertedero y/o reciclado	1	100	100
		TOTAL DESMANTELAMIENTO DE CERRAMIENTO PERIMETRAL	**1**	**1670,8**	**1670,8**

6. DESMANTELAMIENTO DE OBRA CIVIL					
Cód.	**Ud.**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio Ud. (€)**	**Precio Total (€)**
6.1		**Demolición de obra civil**	**1**	**656,25**	**656,25**
6.1.1	m3	Demolición de viales internos Retirada por levantamiento por medios mecánicos de camino formado con zahorra compactada. Incluye roturado. Carga en camión para el transporte a vertedero o cantera controlada.	175	3,75	656,25
		TOTAL DEMOLICION DE OBRA CIVIL	**1**	**656,25**	**656,25**

7. RESTAURACION VEGETAL Y PAISAJISTICA					
Cód.	**Ud.**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio Ud. (€)**	**Precio Total (€)**
7.1		**Restauración vegetal y paisajística**	**1**	**1.653,75**	**1.653,75**
7.1.1	m3	Aporte de tierra vegetal en zonas afectadas (20 centímetros) Aporte de tierra vegetal en las zonas mas afectadas del parque solar y su posterior despedregado, arado y aireado, para conseguir uniformidad y un aireado del suelo. En las áreas llanas que precisen tierra vegetal se extenderá como mínimo 20-30 cms.	175	4,45	778,75
7.1.2	m3	Extendido de tierra vegetal mediante ayuda mecánica en zonas afectadas	175	5	875
		TOTAL RESTAURACIÓN VEGETAL Y PAISAJÍSTICA	**1**	**1.653,75**	**1.653,75**
DESMANTELAMIENTO PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO TORREJON DE VELASCO (SIN IVA)					16.903,2 €
IVA 21 %					3.549,67 €
TOTAL DESMANTELAMIENTO PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO TORREJON DE VELASCO					**20.452,87 €**

El presupuesto de DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES asciende a **VEINTE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con OCHENTA Y SIETE** céntimos **(20.452,87 €).**

Granada, mayo de 2025

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

ANEXO 7: PUNTO DE CONEXIÓN

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3863, Libro 0, Folio 179, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

GRANATA GREEN FV I
C[redacted]

Referencia: 9041468681
Asunto: Permiso de Acceso y Conexión

22 de Septiembre de 2022

Estimados clientes,

Le comunicamos que una vez cumplidos los requisitos establecidos por la normativa vigente, emitimos, para la instalación que se detalla a continuación, los **PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN:**

Referencia: 9041468681 CUPS: ES0021000042398414FG
Titular del Permiso: GRANATA GREEN FV I
Capacidad de acceso concedida: 2000 kW
Tensión de conexión: 15.000 V
Situación: Poli DIECISIETE, PARCELA 8 TORREJON DE VELASCO - MADRID
Potencia instalada: 2000 kW
Tecnología de Generación: Solar en suelo

Centro Geométrico de la Planta:
Las coordenadas del centro geométrico de la planta generadora, a efectos de lo dispuesto en disposición adicional decimocuarta y en el anexo II del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre son las siguientes (formato ETRS89 H30):

X: 433409 Y: 4448344

Fecha de emisión del Permiso de Acceso y Conexión: 22.09.2022

Las condiciones técnicas y económicas correspondientes a los permisos de acceso y conexión emitidos son las ya informadas para esta instalación con fecha 08.08.2022, aceptadas por Vd. con fecha 19.09.2022.

En el momento de emisión de este permiso, las garantías económicas constituidas ante la administración correspondiente son las presentadas en el día 21.06.2022 por un importe de 80.000,00 €.

La fecha de emisión de estos permisos es la que determinará el inicio del cómputo de los plazos para el cumplimiento de las obligaciones contempladas en el RD 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Aprovechamos la ocasión para saludarle atentamente,

María Martínez Yáñez
Jefe Distribución Madrid Sur y Oeste

GRANATA GREEN FV I, S.L.

[redacted]

21 de abril, 2023

Referencia: EXP- 9041468681

Asunto: Confirmación de consideración de misma instalación de generación, a efectos de la solicitud de los permisos de acceso y conexión.

Instalación Generación inicial:
Nombre de la planta: PFV TORREJÓN DE VELASCO de la sociedad GRANATA GREEN FV I, S.L. (B67824078).

Potencias: 2,41 MWp / 2 MWn / 2 MW Capacidad de acceso

Ubicación de la instalación: Polígono 17 parcelas 8 y 11 en Torrejón de Velasco (Madrid).

Tecnología: Fotovoltaica

Instalación Generación final:
Nombre de la planta: PFV TORREJÓN DE VELASCO de la sociedad GRANATA GREEN FV I, S.L. (B67824078).

Potencias: 2,41 MWp / 2 MWn / 2 MW Capacidad de acceso

Ubicación de la instalación: Polígono 15 parcela 82 en Torrejón de Velasco (Madrid).

Tecnología: Fotovoltaica.

Muy Sres. nuestros:

Una vez analizada la información aportada en su solicitud de los permisos de acceso y conexión para la instalación arriba indicada y a la vista de lo establecido en la disposición adicional decimocuarta del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre (RD 1955/2000), consideramos que las modificaciones propuestas permiten seguir considerando la instalación como la misma que aquella que ha solicitado o tiene otorgados los permisos de acceso y conexión.

Para proceder con la solicitud de acceso y conexión, de conformidad con lo establecido en el apartado 6 de la citada disposición adicional decimocuarta del RD 1955/2000, deberán aportarnos la resolución del órgano de la Administración competente en la que se declare la adecuada constitución de la garantía depositada que recoja los nuevos términos o, en su caso, la validez de la garantía anterior ya constituida y depositada. Recibida la anterior documentación, se procederá a la actualización de la solicitud de acceso y conexión.)

Quedamos a su disposición en la plataforma GEA para resolver cualquier duda o realizar las aclaraciones que precisen en relación con la presente comunicación.

Atentamente

Acometidas Productores I-DE

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA 2.000 KW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

ANEXO 8: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LINEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 4

2.1. INTRODUCCIÓN 4

2.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR 4

2.3. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES POR EL CABLE 5

2.3.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN SERVICIO PERMANENTE 5

2.3.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO 10

2.4. PÉRDIDAS DE POTENCIA 11

2.5. CAÍDA DE TENSIÓN 13

2.6. RESUMEN DE CÁLCULOS 13

3. CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO 14

3.1. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 14

3.1.1. INTRODUCCIÓN 14

3.1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN 14

3.1.3. DATOS INICIALES 15

3.2. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN 15

3.2.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD. 15

3.2.2. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD. 17

3.2.3. DISEÑO PRELIMINAR. SELECCIÓN DEL ELECTRODO 18

3.2.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO 19

3.2.5. VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES 20

3.2.6. COMPROBACIÓN DE QUE LOS ELECTRODOS SELECCIONADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS 22

3.3. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO 23

3.4. SEPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA 23

4. RESUMEN DE LOS CÁLCULOS 23

4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN. 24

4.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD COMPLEMENTARIAS. 25

5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO. 25

5.1. INTENSIDAD EN MT..... 25

6. CONCLUSIONES 26

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento pretende justificar todas las elecciones y dimensionamiento de los elementos que intervienen en la instalación proyectada. Los elementos que se dimensionarán será el conductor del cable subterráneo y utilizar en la línea de media simple circuito de 15 kV de evacuación del parque solar fotovoltaico Torrejón de Velasco, en el tramo comprendido entre el centro de transformación y el centro de seccionamiento.

2. CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

Para la justificación de los cálculos de las LSMT se seguirán las prescripciones indicadas en la ITC-LAT-6 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión.

Se detallará el cálculo de los siguientes parámetros:

Intensidades máximas admisibles para el cable

En servicio permanente

En cortocircuito durante un tiempo determinado

Caída de tensión de la línea

Pérdidas de potencia.

2.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características del conductor que se detallan en el presente proyecto.

Resistencia del conductor

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 105 ºC. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^\circ C))$$

- α = 0,00403 para el aluminio.
- θ = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 105° C.

Los valores de resistencia para los valores indicados a la temperatura estándar (20º) y máxima (105º) son:

Conductor	Sección nominal (mm2)	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 105 °C (Ω/km)
HEPRZ1	150	0,206	0,264
	240	0,125	0,160
	400	0,008	0,100

Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición las tres fases por un mismo tubo y dispuestos en triángulo son:

Conductor	Sección nominal (mm2)	Reactancia cable 12/20 kV (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
HEPRZ1	150	0,110	0,118
	240	0,102	0,109
	400	0,096	0,102

2.3. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES POR EL CABLE

2.3.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN SERVICIO PERMANENTE

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según se establece en la ITC-LAT-6, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la siguiente:

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θcc	Cortocircuito θcc (t ≤5s)
Etileno propileno HEPR	105 ºC	250 ºC

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-LAT-6 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la Tabla 4.

- Temperatura máxima en el conductor: 105 º C
- LSMT en servicio permanente
- Temperatura del terreno: 25º C
- 3 cables unipolares en trébol, dentro de un tubo
- Profundidad de instalación: 1 m
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W

Sección nominal de los conductores mm2	Intensidad máxima admisible en A (cables unipolares en triángulo en contacto)
150	255
240	345
400	450

En el caso en que no se cumplan las condiciones descritas anteriormente, la intensidad admisible deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas.

Las condiciones a considerar para la corrección del valor de la intensidad admisible son las siguientes:

- Temperatura del terreno
- Agrupación de los circuitos
- Resistividad térmica del terreno
- Profundidad de la instalación

Tras la aplicación de los diferentes factores correctores, debe cumplirse que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla de temperaturas mencionada anteriormente.

Factor relativo a cables enterrados bajo tubo en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25ºC (Fct)

Se indican a continuación los factores de corrección F, de la Intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25ºC, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Temperatura °C, en servicio permanente, θ_s	Temperatura del terreno, en °C, θ_t								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Factor relativo a agrupación de circuitos (Fca):

En el caso de que la LSMT se componga de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terna según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además, se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

Ternas de cable enterradas en una zanja en el interior de tubos. Se aplicarán los coeficientes indicados

Circuitos en tubulares soterrados (un circuito trifásico por tubo) Tubos dispuestos en plano horizontal			
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm		
	Contacto	200	400
2	0,8	0,83	0,87
3	0,7	0,75	0,8
4	0,64	0,7	0,77

Factor relativo a Resistividad Térmica del terreno (Fcrt):

Cables instalados en tubos, un circuito por tubo, enterrados en terrenos de resistividad térmica distinta de 1,5 K·m/W.

Resistividad del terreno (K·m/W)						
0.8	**0.9**	**1**	**1.5**	**2**	**2.5**	**3**
1,14	1,12	1,1	1	0,93	0,87	0,82

La resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad viene dada por:

Resistividad térmica del terreno (K m/W)	**Naturaleza del terreno** y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Factor relativo a la Profundidad de la instalación (Fcp):

Cables instalados en tubos a distintas profundidades

Profundidad (m)	**En tubular con sección**	
	<= 185 mm2	**> 185 mm2**
0,50	1,06	1,08
0,60	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03

Profundidad (m)	En tubular con sección	
	<= 185 mm2	> 185 mm2
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95
2,00	0,95	0,94
2,50	0,93	0,92
3,00	0,92	0,91

En base a los factores expuestos, la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcrt \cdot Fca \cdot Fcp$$

Dónde:

Iadm = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

Fct = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

Fcrt = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

Fca = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

Fcp = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Para el presente proyecto, tenemos el siguiente valor de intensidad admisible

Imax (A)	Fct	Fcrt	Fca	Fcp	I (A)
345	0,96	1	0,8	0,98	259,66

2.3.2. **INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA EL CABLE EN CORTOCIRCUITO**

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$Icc^2{}_3 \cdot t_{cc} \leq Icc_{3\,Adm}{}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

$$I_{cc_3\,Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Con esta fórmula calculamos la Icc3 admisible del conductor

Dónde:

Icc3 Adm. = Intensidad de cortocircuito trifásica calculada con hipótesis adiabática en conductor, en amperios.

S = Sección del conductor, en mm2.

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento HEPR.

tcc = Duración del cortocircuito, en segundos.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 105 ºC, la temperatura final deberá ser inferior a 250 ºC, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito, dato que deberá ser proporcionado por la empresa distribuidora.

Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo se detallan en la siguiente tabla

Sección del conductor (mm2)	Duración del cortocircuito (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	42,15	9,95	24,30	18,90	13,35	10,90	9,44	8,44	7,71
240	67,44	29,85	38,88	30,24	21,36	17,44	15,10	13,51	12,33
400	112,40	79,60	64,80	50,40	35,60	29,07	25,17	22,52	20,55

El valor de la intensidad de cortocircuito de la red a la cual se integrará la red subterránea puede ser calculado a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red de MT a nivel de subestación, En este caso la intensidad de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$Icc_3 = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

Icc3 =Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

Scc = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV.

A continuación, se indican las intensidades de cortocircuito para el caso de 285,45 MVA en las barras de MT de la subestación AT/MT:

U (kV)	Scc (MVA)	I_{cc3} (kA)
15	325	12,48

Se comprobará que la intensidad máxima de cortocircuito de la red será inferior a la intensidad de cortocircuito admisible en los conductores según la duración de este.

Así, para un cortocircuito de una duración de 1 seg se comprueba que:

$$12{,}48\ kA < 21{,}36\ kA$$

2.4. PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi}$$

Dónde:

P = Potencia a transportar, en kW.

L = longitud de la línea, en km.

U = Tensión nominal de la línea, en kV.

R= Resistencia del conductor a 105 ºC en Ω/km.

Cos φ = Factor de potencia de la instalación.

Calculando la P a transportar con la expresión

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Siendo

P = Potencia a transportar por el cable, en KW.

U = Tensión de línea, en kV.

I = Intensidad de la línea A.

Cos φ = Factor de potencia de la instalación.

Potencia máxima a transportar =	6.071,54	kW

A continuación, se calculan las pérdidas de potencia para la potencia máxima admisible por el cable y para la potencia que realmente se va a transportar (2.000 kW). Se obtienen los siguientes resultados:

	Pp (W)	Ppp (%)
Potencia máx. admisible (6.071 kW)	633,99	0,01
Potencia a transportar (2.000 kW)	68,79	0,00

2.5. CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo (L) proyectado y se utiliza la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \text{tg}\ \varphi)$$

En valor porcentual:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R + X \cdot \text{tg}\ \varphi)$$

Dónde:

P = Potencia a transportar, en kW,

L = longitud de la línea, en km,

Uc = Tensión nominal de la línea, en kV,

R = Resistencia de la línea a 105 ºC, en Ω/km,

X = Reactancia de la línea, en Ω/km.

tg φ = Tangente de fi de la instalación, adim.

Los límites máximos de variación de la tensión de alimentación a los consumidores finales serán del 7 %.

A continuación, se muestran los resultados de caída de tensión para la máxima potencia admisible por el conductor y para la potencia que se va a transportar en el presente proyecto.

	Uc (W)	Ucc (%)
Potencia máx. admisible (6.071 kW)	1,65	0,01
Potencia a transportar (2.000 kW)	0,54	0,00

Por lo cual, para la potencia de 2.000 kW podemos verificar que:

$$0{,}25\% < 7\ \%$$

2.6. RESUMEN DE CÁLCULOS

Según todo lo expuesto en el presente documento, en este apartado se presentan los resultados obtenidos a modo de resumen.

DATOS PREVIOS		
Tensión	15	kV
Conductor	240	mm2
Longitud	19,59	m

La Intensidad máxima del conductor elegido es:

Imax (A)	Fct	Fcrt	Fca	Fcp	I (A)
345	0,96	1	0,8	0,98	259,66

La potencia máxima a transportar por dicho conductor es

Potencia máxima a transportar =	6.071,55	kW

A continuación, se muestran los resultados de pérdidas de potencias y caídas de tensión para los dos casos analizados:

	Pp (W)	Ppp (%)	Uc (W)	Ucc (%)
Potencia máx. admisible (6.071 kW)	633,99	0,01	1,65	0,01
Potencia a transportar (2.000 kW)	68,79	0,00	0,54	0,00

3. CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA EN EL CENTRO DE TRANSFORMACION

3.1. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

3.1.1. **INTRODUCCIÓN**

Los cálculos y requisitos para la instalación de puesta a tierra se encuentran definidos en el MT 2.11.33 “Diseño de puestas a tierra para Centros de Transformación, de tensión nominal ≤ 30 kV”, documento que se tomará como referencia a la hora de realizar los cálculo os justificativos a la puesta a tierra del centro de seccionamiento.

3.1.2. **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

Puesta a tierra de protección

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de MT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Al disiparse dicha intensidad por la red de tierra aparecen en el terreno gradientes de potencial. En el diseño del sistema de puesta a tierra de protección se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación a las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

Puesta a tierra de servicio

El sistema de puesta a tierra de servicio se diseñará bajo la premisa de que su valor sea inferior a 37 Ω. Con esto se consigue que un defecto a tierra en la instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de 650 mA de sensibilidad, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 24 V (37 x 0.65 = 24).

3.1.3. **DATOS INICIALES**

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

U = Tensión de servicio de la red MT (V).

Ubt = Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).

P = Resistividad del terreno (Ω·m).

Duración de la falta:

Rn = Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

Xn = Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el cálculo y diseño de la instalación de tierra.

3.2. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

3.2.1. **INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD.**

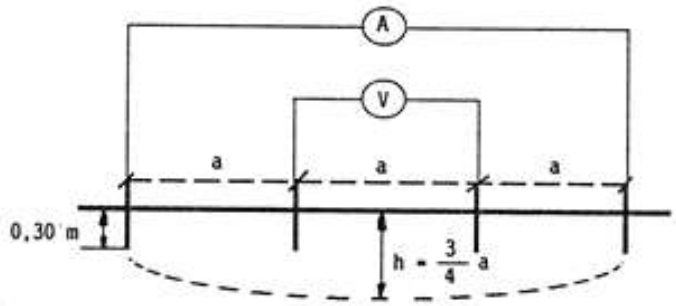
Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1’5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla.

Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente, en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ω·m)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ω·m)
Arcilla plástica	50
Margas y 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
Rocas 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

En el caso de que se requiera realizar la medición de la resistividad del terreno, se recomienda utilizar el método Wenner. Se clavarán en el terreno cuatro picas alineadas a distancias (a) iguales entre sí y simétricas con respecto al punto en el que se desea medir la resistividad. La profundidad de estas picas no es necesario que sea mayor de unos 30 cm.



Para las tensiones de paso no es necesario definir valores admisibles, ya que los valores admisibles de las tensiones de paso aplicadas son mayores que los valores admisibles en las tensiones de contacto aplicadas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales, como las de contacto con el terreno o las del calzado, se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada.

$$Upa=10 \cdot Uca$$

3.2.2. **INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD.**

Resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del CT

En caso de producirse un defecto a tierra, la sobretensión originada no debe ser superior al nivel de aislamiento de la instalación de BT del CT, es decir, se debe verificar que:

$$I_d \cdot R_t \leq U_{bt}$$

Por tanto, la resistencia máxima de la puesta a tierra de masas o protección del centro de medida la podemos calcular por la expresión:

$$R_t \leq \frac{U_{bt}}{I_d}$$

Determinación de la intensidad de defecto

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que si se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

Id Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).

Rt Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT (Ω).

Rn Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

Xn Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red (Ω).

Tiempo de eliminación de defecto

El tiempo de defecto viene determinado por la red de la compañía distribuidora, que para el presente caso es de 0,5 s

3.2.3. **DISEÑO PRELIMINAR. SELECCIÓN DEL ELECTRODO**

La resistencia de tierra del electrodo, que depende de su forma, dimensiones y de la resistividad del suelo, se puede calcular de acuerdo a las fórmulas contenidas en la siguiente tabla, o mediante programas u otras expresiones numéricas suficientemente probadas:

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2\rho}{L}$
Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$

Siendo:

R Resistencia de tierra del electrodo en Ω

ρ Resistividad del terreno de Ω.m.

L Longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados.

r radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

Para el caso que nos ocupa, se seleccionarán los electrodos de entre las configuraciones tipo. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

Electrodos con picas alineadas

A / BC

A Profundidad a la que está enterrado el electrodo, es decir, la cabeza de las picas (dm).

B Número de picas.

C Longitud de las picas (m).

Para elegir el electrodo adecuado se tendrá en cuenta la forma, dimensiones exteriores de la planta del CT y que el valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo (Kr) debe verificar:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho}$$

Una vez seleccionado el electrodo, obtendremos de las tablas del Anexo 1 del documento de especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal ≤ 30 kv del documento MT 2.11.33. Sus parámetros característicos:

Kr Valor unitario de la resistencia de puesta a tierra (□/□·m)

Kp Valor unitario que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación (V/ Ω·m·A)

Kc Valor unitario que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación (V/Ω·m·A)

3.2.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, INTENSIDAD DE DEFECTO Y TENSIONES DE PASO PARA EL ELECTRODO SELECCIONADO

A continuación, se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra (Rt'), intensidad de defecto (Id') y tensión de defecto (Vd') del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

$$R_t^{'} = K_r \cdot \rho$$

Intensidad de defecto a tierra:

$$I_d^{'} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{\left(R_n + R_t^{'}\right)^2 + X_n^2}}$$

Tensión de defecto:

$$U_d^{'} = R_t^{'} \cdot I_d^{'}$$

En general, la tensión de paso en el exterior (Up') y la tensión de contacto (Uc') se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Tensión de paso máxima:

$$U_p^{'} = K_p \cdot \rho \cdot I_d^{'}$$

Tensión de contacto máxima:

$$U_c^{'} = K_c \cdot \rho \cdot I_d^{'}$$

Además, al existir un malazo equipotencial en la solera del CT conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior, por lo tanto:

Tensión de paso máxima en el acceso:

$$U_{p(acc)}^{'} = K_c \cdot \rho \cdot I_d^{'}$$

Debido a la existencia del mallazo equipotencial, no se considera necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior del CT, que serán prácticamente nulas.

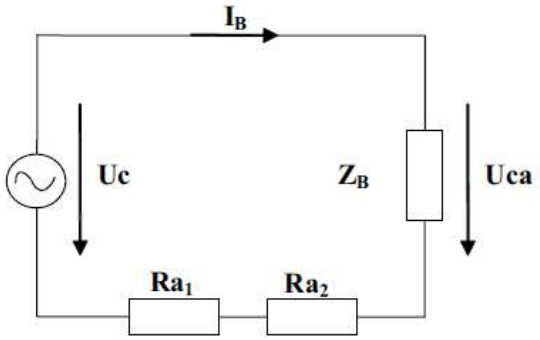
La tensión de contacto en el exterior también se considera nula puesto que las partes metálicas accesibles no están conectadas a la red de tierra de protección.

3.2.5. VALORES MÁXIMOS DE TENSIÓN ADMISIBLES

De acuerdo a lo establecido en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta, según se refleja en la siguiente tabla:

Duración de la falta t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible Uca (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, Uc y Up, considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:



Donde:

Uca = Tensión de contacto aplicada admisible

Upa = Tensión de paso aplicada admisible (Upa=10·Uca según ICT-RAT-13)

ZB = Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000 Ω)

IB = Corriente a través del cuerpo

Uc = Tensión de contacto máxima admisible en la instalación

Up = Tensión de paso máxima admisible en la instalación

Ra1 = Resistencia adicionales (calzado)

Ra2 = Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

A partir de estos valores admisibles de tensión aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, Uc y Up, considerando todas las resistencias que intervienen entre el punto en tensión y el terreno:

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

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

Que responde al siguiente planteamiento:

- Se supone que la resistencia del cuerpo humano es de 1.000Ω

- Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 mm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 150 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo de 3·ρs, donde ρs es la resistividad del terreno.
- Según cada caso Ra1 es la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. El reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión permite utilizar valores de 2.000 Ω para esta resistencia.

3.2.6. **COMPROBACIÓN DE QUE LOS ELECTRODOS SELECCIONADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS.**

Tensiones de paso y contacto en el interior del CT

La solera del CT estará dotada del correspondiente mallazo equipotencial, por tanto, no existirá riesgo por tensiones de paso o contacto en el interior, ya que serán prácticamente nulas.

Tensión de contacto en el exterior del CT

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CT no tienen contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no es necesario realizar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT

La tensión de paso en el exterior del CR, calculada para el electrodo seleccionado, debe de ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso:

$$U'p \leq Up$$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al CT para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$U'_{p(acc)} \leq U_{p(acc)}$$

Protección del material

La tensión de defecto debe ser menor o igual que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial de los equipos de BT del CT:

$$U'_p \leq U_p$$

Garantía de eliminación de la falta

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I_d' > I_a' \text{ y } I_d' > I_a''$$

3.3. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Como ya se ha indicado anteriormente, para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta de servicio de 37Ω.

Por lo tanto, podemos calcular el valor unitario de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT como:

$$K_r' = \frac{37}{\rho}$$

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en anillob de manera que su valor unitario de resistencia (Kr') cumpla la condición:

$$K_r'' \leq K_r'$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT (Rbt') es menor de 37 Ω:

$$R_{bt}' = K_r'' \cdot \rho \leq 37\ \Omega$$

3.4. SEPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio requerida para garantizar que, ante posibles defectos a tierra, no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \approx \frac{\rho \cdot I_d}{6.283}$$

Siendo:

D = Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m)

P = Resistividad media del terreno (Ω·m)

Id = Intensidad de defecto (A)

Ui = Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de servicio (V). Se adopta Ui = 1000

4. RESUMEN DE LOS CÁLCULOS

Resistividad del terreno = 200 Ω·m

Tipología de puesta a tierra elegida = CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2

Características del terreno		
Resistividad del terreno	200	Ohmios·m
Tipo de Terreno		
Parámetros de la red		
Tensión U =	15000	V
Xn =	2,117	Ohmios
Intensidad máxima de defecto a tierra =	9000	A
Electrodo elegido=	CPT-CT-A-(4.5x5.5)+8P2	
Kr =	0,07182	
Kp (ambos pies en el terreno) =	0,01482	
Kp (pie en acera y otro en terreno) =	0,03516	
Número de pantallas conectadas=	1	
Ipf =	2200	A
Tierra de protección		
Resistencia a tierra del CT =	14,36	Ohmios
Rpantalla =	17,60	Ohmios
RTOT =	7,90	Ohmios
Requivalente =	0,55	Ohmios
Intensidad de defecto a tierra =	1.046,88	A
Upaso (calzado con ambos pies en terreno) =	1.708,55	V
Upaso (calzado con ambos pies en terreno) =	4.053,48	V
Upaso máxima a persona (calzado con ambos pies en terreno) =	275,57	V
Upaso máxima a persona (calzado con ambos pies en terreno) =	277,63	V
Upaso máxima a persona (sin calzado con ambos pies en terreno) =	776,61	V
Upaso máxima a persona (sin calzado con ambos pies en terreno) =	382,40	V
Tiempo de duración =	0,38	Segundos
Tensión de contacto (Uca) =	204,00	V
Tensión de paso (Upa) =	2.040,00	V
¿Cumple el electrodo elegido ambas condiciones?	Sí	(Upaso persona < Tensión de paso)
Tensión en la instalación =	8.279,89	V
¿Es menor a la tensión de aislamiento=	Sí	(V instalación < 10.000)
Tierra de servicio		
Resistencia máxima de neutro =	37	Ohmios

Según las indicaciones del documento tipo MT 2.11.33, debe considerarse la opción en la que no se lleva calzado, cuyos valores son muy inferiores a la tensión de paso admisible 2040 V.

4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Según los cálculos anteriores, el sistema elegido tendrá las siguientes características:

8 picas de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud unidas por un cable desnudo de cobre de 50 mm2, siendo la distancia entre picas de 3 metros. La parte superior de las picas y el cable estarán enterrados a una profundidad de 0,8 m como mínimo. La conexión entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el punto de puesta a tierra del centro de transformación se efectuará con cable de cobre de 50 mm2, aislado a 0,6/1 kV. La primera pica se colocará en el comienzo del cable desnudo de cobre.

El valor obtenido de la tensión de contacto es inferior al máximo admitido por el reglamento, pero, aun así, se adoptarán medidas complementarias que a continuación se especifican.

4.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD COMPLEMENTARIAS.

Se adoptarán las siguientes medidas complementarias:

Se instalará una losa de hormigón de espesor total de 20 cm, como mínimo y que sobresalga 1,1 metro del borde de la base de la columna o poste. Se embeberá un mallazo electrosoldado de 4 mm de diámetro como mínimo formando una retícula de 0,3 x 0,3 metros. Este mallazo debe conectarse a los puntos opuestos de la puesta a tierra. El mallazo tendrá por encima al menos 0,1 metros de hormigón.

Todo ello encaminado a hacer inaccesibles las partes metálicas, susceptibles de quedar en tensión por defecto o avería, sobre todo fuera de la plataforma del operador evitando o haciendo muy difícil la aparición de tensión de contacto.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de defecto.

5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

En el presente apartado se pretende justificar la intensidad máxima propuesta de las celdas de media tensión a instalar.

5.1. INTENSIDAD EN MT.

La intensidad del embarrado de las celdas de media tensión viene dado por:

$$I_P = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_P}$$

Siendo:

S = Potencia aparente a transportar

Up = Tensión de funcionamiento

Ip = corriente máxima a transportar.

En nuestro caso, la intensidad máxima a transportar será 76,98 A.

Siendo el embarrado normalizado más cercano el de 400 A.

6. CONCLUSIONES

Según lo expuesto, se espera que el mismo merezca la aprobación de la Administración y el Ayuntamiento, y se emitan las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

Granada, mayo de 2025

Greening investments

ANEXO A PROYECTO DE EJECUCIÓN

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

POTENCIA INSTALADA

2,00 MW

ANEXO 9. MONITORIZACIÓN Y PPC

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA 3

2. INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES 4

3. SISTEMA SCADA 4

4. POWER PLAN CONTROLLER (PPC) 4

5. CONCLUSIONES 6

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de monitorización se basa en la acción conjunta de diversos equipos y tecnologías, para lograr una visión global y detallada del funcionamiento de la planta y detección de fallos o alteración en los distintos componentes de la planta fotovoltaica.

Este sistema estará compuesto por un módulo de adquisición de datos, sensores de temperatura y radiación, un sistema de emisión de datos y el software de gestión central.

El módulo de gestión de datos se comunicará con el contador digital bidireccional homologado, y registrará la información real de energía producida por la instalación. Esta información junto con la obtenida del resto de entradas de información permitirá:

- Gestionar la facturación de electricidad.
- El seguimiento de la instalación en tiempo real.
- Controlar y visualizar los parámetros básicos del generador (energía, potencia, radiación, temperaturas) diarios, mensuales y anuales.
- Gestionar el mantenimiento de la instalación, para garantizar los niveles de productividad.
- La notificación de fallos a distancia.

El procesamiento de todos los datos recibidos se gestiona mediante una aplicación SCADA, que permita supervisar en tiempo real la producción del Parque, posibilitando una atención inmediata a cualquier incidencia que afecte o pudiera afectar a la producción y cualquier variación entre la producción prevista y la real, optimizando por tanto las capacidades productivas de la planta para el propietario.

El sistema SCADA evalúa continuamente los valores de productividad de cada inversor, y de los diferentes dispositivos de forma que se puedan identificar aquellos que están produciendo por debajo de la media o por debajo de sus valores teóricos y así poder actuar de manera inmediata.

Permitiendo la detección a tiempo de pequeñas averías, comportamientos anómalos que reducen la producción, junto con la reducción de los tiempos de actuación en caso de incidencia, contribuyen a mejorar el rendimiento económico de su planta.

En cualquier caso, el sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Frecuencia de Red.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Temperatura de los módulos.
- Potencia total entregada a la Red.
- Potencia Total del parque.
- Energía total entregada.
- Ratio kWh/kWp.
- Performance Ratio

2. INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

Dentro del Parque Fotovoltaico se realizará una infraestructura de comunicaciones que interconectará entre sí todos los elementos a gestionar, de tal forma que en el Centro donde se instale el sistema se puedan monitorizar estos mismos elementos y gracias a un análisis lógico programado se puedan definir los rangos de funcionamiento.

Se almacenarán todos los datos registrados por el sistema de monitorización en una base de datos situada en el Centro donde se instale el sistema. Así mismo deberá realizarse diariamente una copia de seguridad de toda la información actualizada de esta base de datos en el mismo lugar.

Una vez desplegada toda la red de comunicaciones interna, incluidos los sistemas de gestión, control y monitorización es necesario conectar todo el sistema con el "exterior" (internet) para la recepción de información y la gestión remota de los sistemas.

Este tipo de comunicación necesita de los siguientes requerimientos:

- Las conexiones simétricas: igual velocidad de subida que de bajada.
- Se deberá disponer de una alta velocidad de subida.

3. SISTEMA SCADA

El sistema SCADA tendrá al menos las siguientes pantallas de visualización de datos

PRINCIPAL

Planta general con los datos más significativos de la planta. Permitirá la navegación a las pantallas de detalle de cada inversor, contador, estación meteorológica.

INFORMES

Mostrará los informes calculados para cada sistema fotovoltaico y para el total de la planta. Estos informes se podrán personalizar totalmente.

ALARMAS

Mostrará las alarmas o pre-alarmas en tiempo real de la planta categorizadas por grado de severidad.

A través de una pantalla de configuración de alarmas, se establecerán parámetros a partir de los cuales se considera que el dispositivo no está funcionando correctamente, generando diferentes tipos de alarma en caso de superar los valores fijados

4. POWER PLAN CONTROLLER (PPC)

En esta planta fotovoltaica será necesaria la instalación de un Power Plan Controller (PPC). El Power Plant Controller es una herramienta de control que sirve, principalmente, para regular en planta determinados parámetros fijados por la Compañía Eléctrica u Operador de Red, bien de forma directa o través de la solución del SCADA.

El Power Plant Controller (PPC) funciona de forma independiente a la monitorización y control de las instalaciones.

El PPC permite cumplir con las regulaciones (MTR) establecidas por la Compañía Eléctrica u Operador de Red respecto al POI (Punto de Interconexión). Gracias al Power Plant Controller podemos actuar y regular

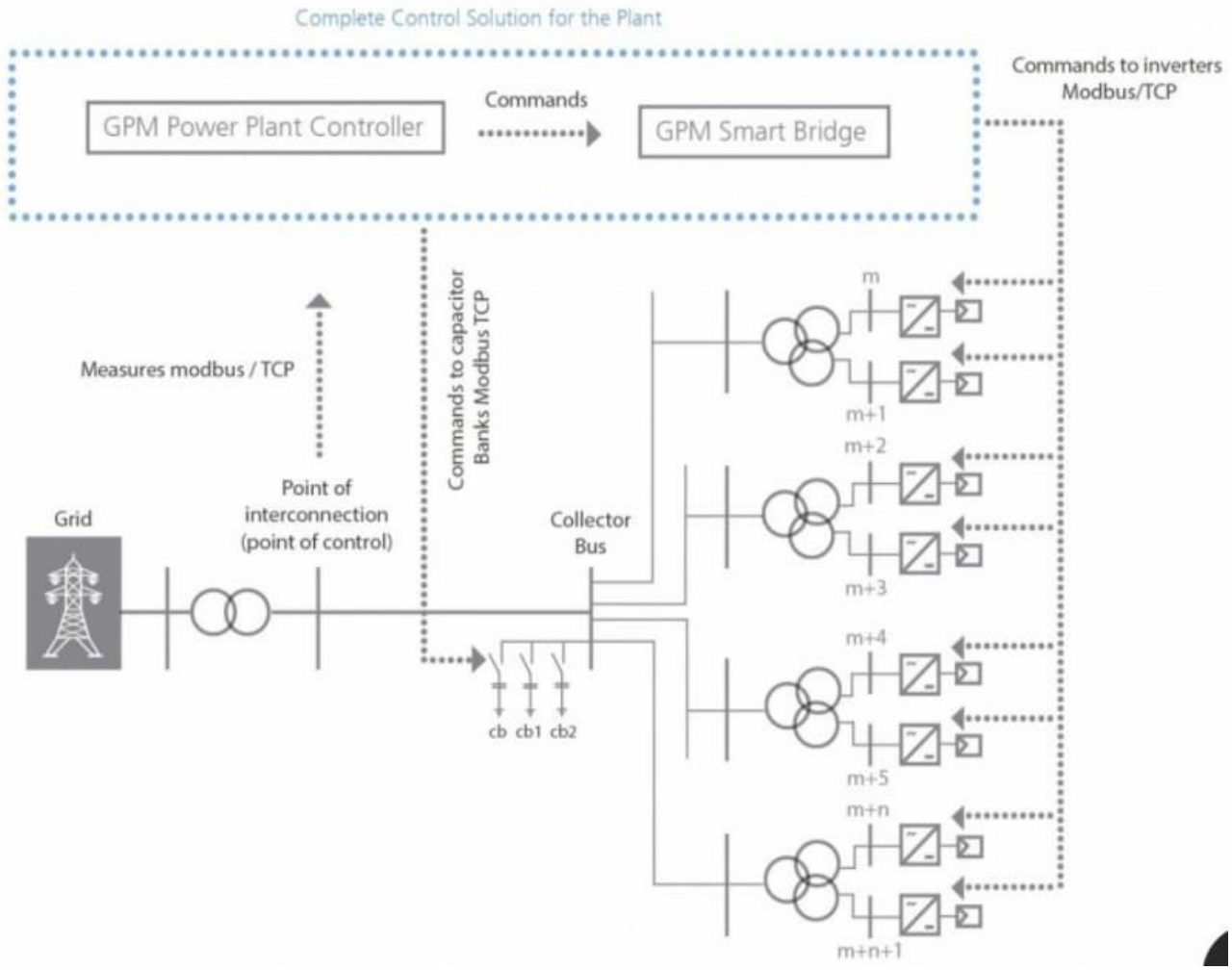
sobre ciertos parámetros y esa acción sólo es posible mediante el PPC.

EL PPC recoge las consignas de la Compañía Eléctrica u Operador de Red y aplica los algoritmos necesarios para controlar que se cumplan, mediante consignas a los Inversores y a otros elementos

El PPC (Power Plant Controller) limitará la potencia activa de la planta a la potencia de acceso en el punto de conexión, es decir, a 40,8MW

El Power Plant Controller permite regular numerosos parámetros, como, por ejemplo:

- Tensión en planta
- El control de la frecuencia
- La limitación de la producción
- Curtailment / Limitación de potencia: Regulación de reactiva / Power Factor
- Ramp up/down: El Power Plant Controller (PPC) permite una regulación transversal de la potencia activa y reactiva, así como de la tensión de centrales fotovoltaicas heterogéneas.



5. CONCLUSIONES

La implementación de un sistema de monitorización basado en SCADA y un Power Plant Controller (PPC) es esencial para garantizar la operación eficiente y segura de la planta fotovoltaica. A través de estas herramientas, se logra un control preciso de la generación, la estabilidad de la red y el cumplimiento de los requisitos del operador del sistema.

En este contexto, la instalación de un elemento de control de vertido a la red se justifica plenamente, ya que permitirá regular la inyección de energía conforme a los límites establecidos, evitando sobrecargas en la infraestructura de distribución y asegurando el cumplimiento normativo. Además, este sistema optimiza la integración de la generación renovable, maximizando la eficiencia operativa y contribuyendo a la estabilidad del sistema eléctrico.

Granada, mayo de 2025

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

DOCUMENTO 3: PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. LINDEROS
3. POLIGONAL DE LA PARCELA
4. POLIGONAL DEL VALLADO PERIMETRAL
5. PLANTA GENERAL
6. DESTRIBUCIÓN DE SEGUIDORES POR INVERSOR
7. COSIDO DE STRINGS
8. ZANJAS – BT
9. ZANJAS – MT
10. DETALLE DE ZANJAS
11. PUESTA A TIERRA
12. SISTEMA DE SEGURIDAD
13. VALLADO PERIMETRAL
14. DETALLES SEGUIDOR SOLAR 2V
15. AFECCIONES
16. ACCESOS
17. ESQUEMA UNIFILAR BAJA TENSIÓN
18. ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
19. ESQUEMA UNIFILAR COMPLETO
20. DETALLE CENTRO DE TEANSFORMACIÓN PFU-5
21. EDIFICIO DE CONTROL

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

REFERENCIA CATASTRAL: 28150A015000820000HS

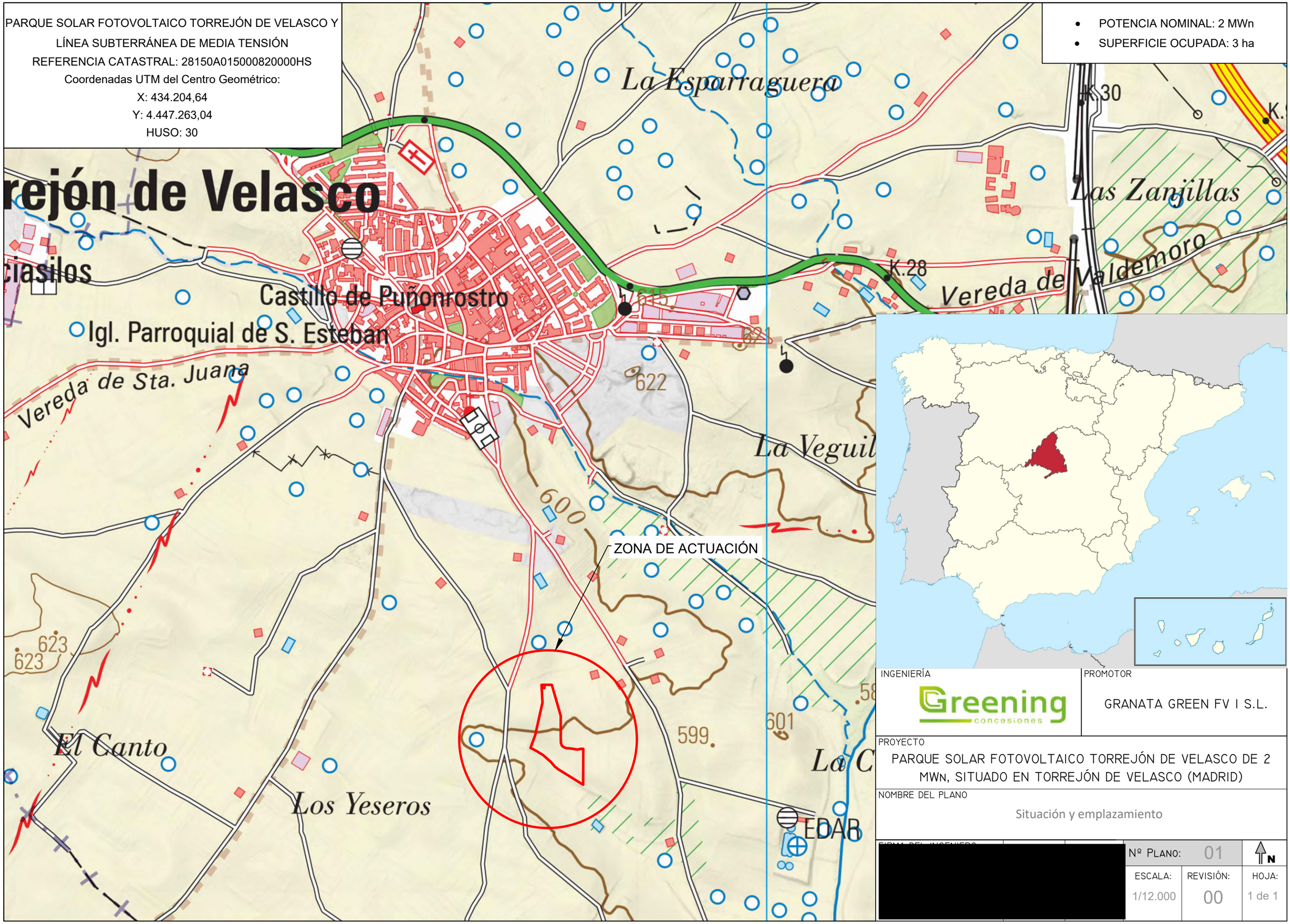
Coordenadas UTM del Centro Geométrico:

X: 434.204,64

Y: 4.447.263,04

HUSO: 30

- POTENCIA NOMINAL: 2 MWn
- SUPERFICIE OCUPADA: 3 ha



INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

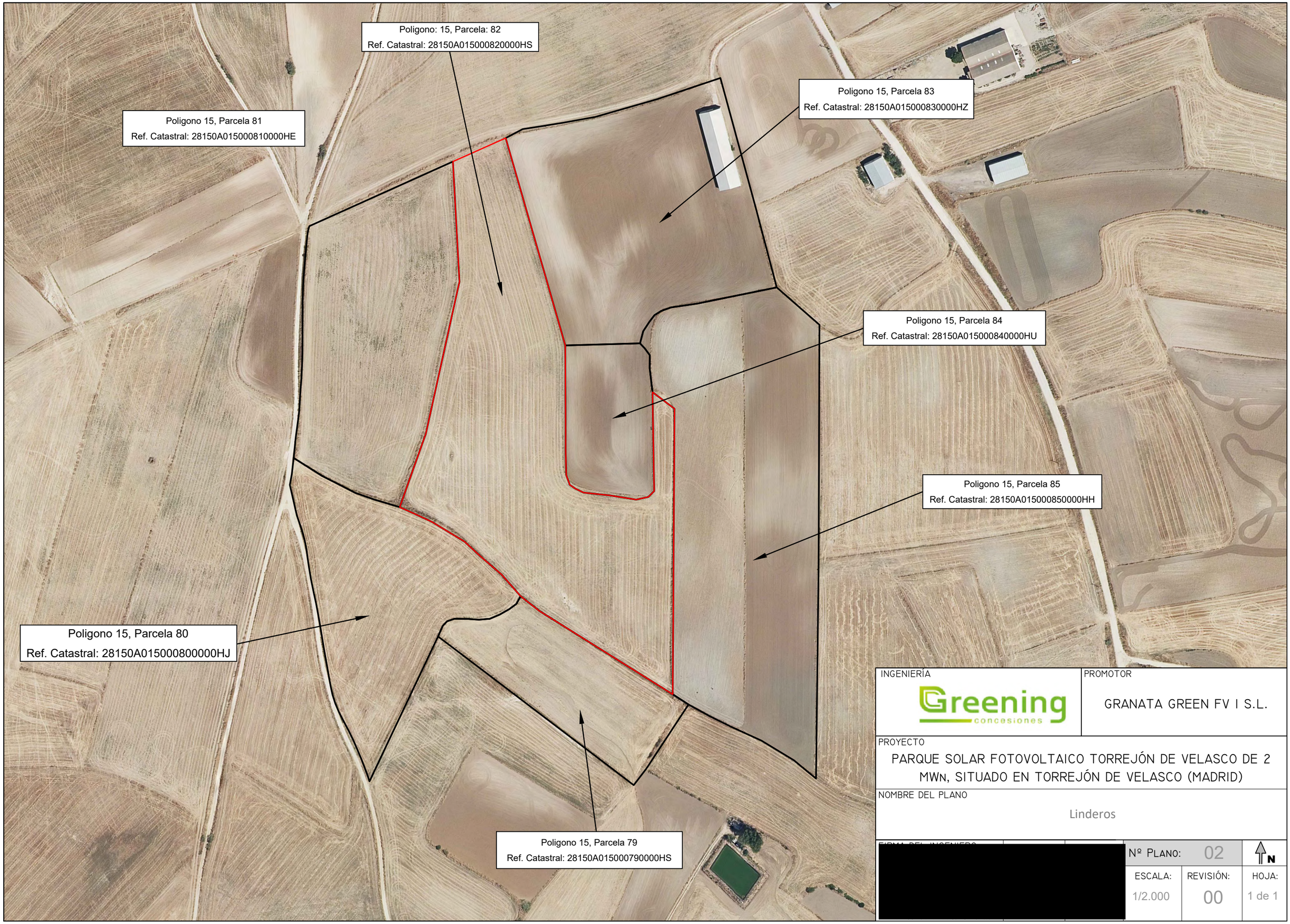
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Situación y emplazamiento

[redacted]

Nº Plano:	01	N
ESCALA: 1/12.000	REVISIÓN: 00	HOJA: 1 de 1



INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

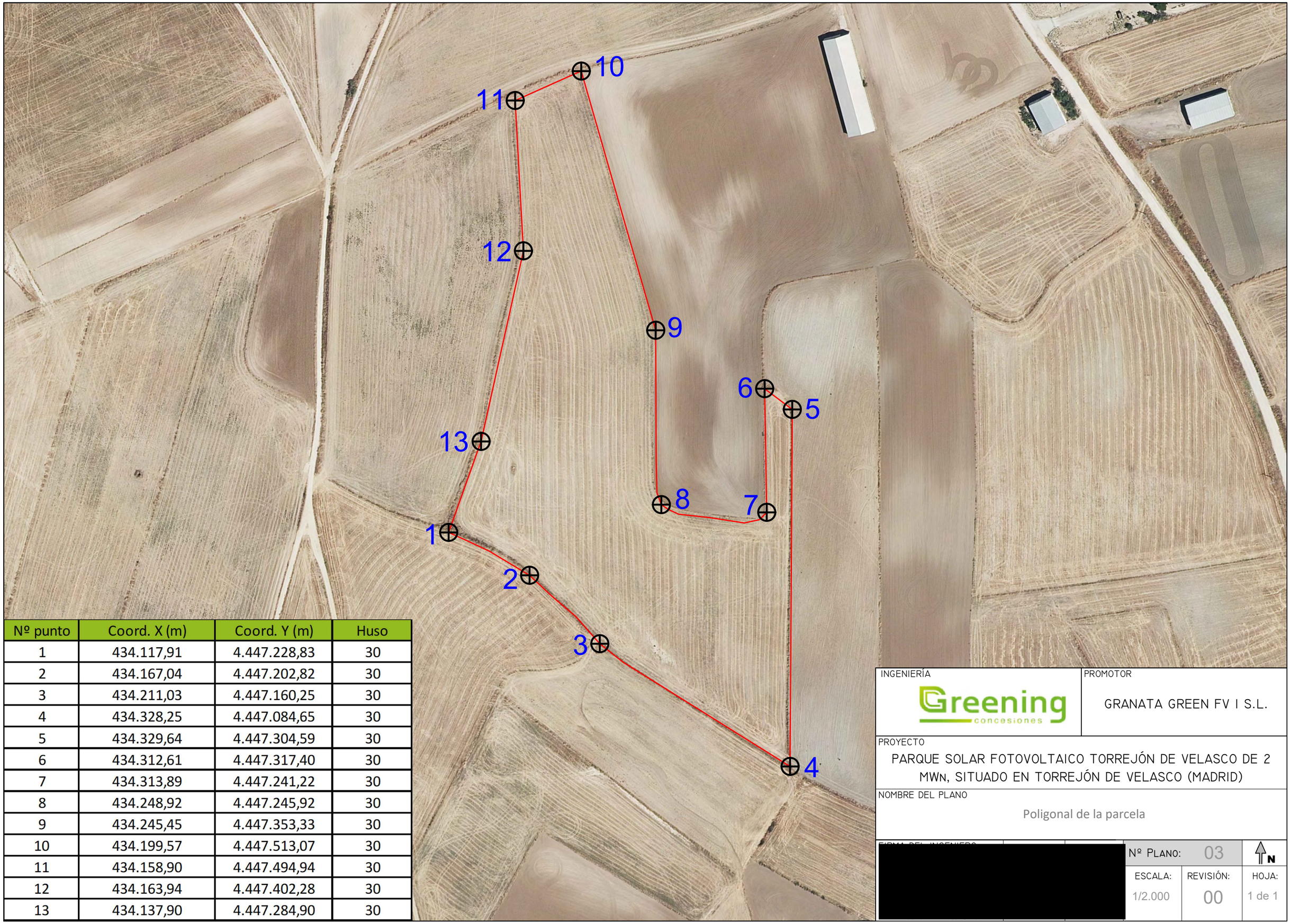
NOMBRE DEL PLANO

Linderos

[redacted]

Nº PLANO:	ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
02	1/2.000	00	1 de 1

N



Nº punto	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Huso
1	434.117,91	4.447.228,83	30
2	434.167,04	4.447.202,82	30
3	434.211,03	4.447.160,25	30
4	434.328,25	4.447.084,65	30
5	434.329,64	4.447.304,59	30
6	434.312,61	4.447.317,40	30
7	434.313,89	4.447.241,22	30
8	434.248,92	4.447.245,92	30
9	434.245,45	4.447.353,33	30
10	434.199,57	4.447.513,07	30
11	434.158,90	4.447.494,94	30
12	434.163,94	4.447.402,28	30
13	434.137,90	4.447.284,90	30

INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

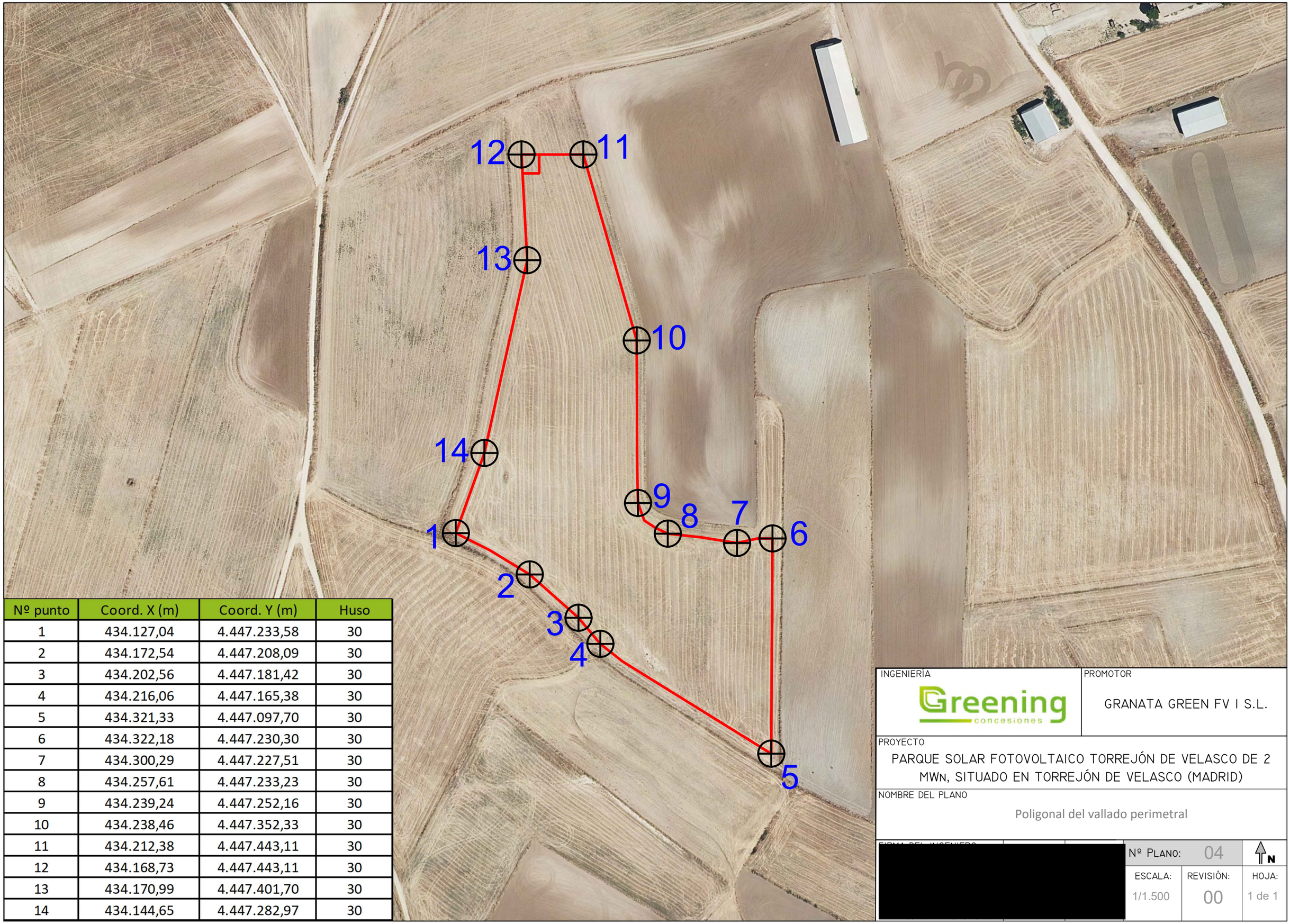
Poligonal de la parcela

[redacted]

Nº PLANO: 03

N

ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
1/2.000	00	1 de 1



Nº punto	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Huso
1	434.127,04	4.447.233,58	30
2	434.172,54	4.447.208,09	30
3	434.202,56	4.447.181,42	30
4	434.216,06	4.447.165,38	30
5	434.321,33	4.447.097,70	30
6	434.322,18	4.447.230,30	30
7	434.300,29	4.447.227,51	30
8	434.257,61	4.447.233,23	30
9	434.239,24	4.447.252,16	30
10	434.238,46	4.447.352,33	30
11	434.212,38	4.447.443,11	30
12	434.168,73	4.447.443,11	30
13	434.170,99	4.447.401,70	30
14	434.144,65	4.447.282,97	30

INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Poligonal del vallado perimetral

[redacted]

Nº PLANO: 04

N

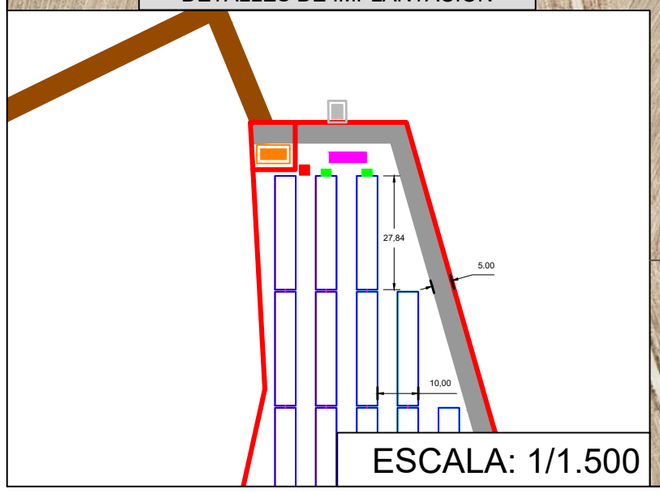
ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
1/1.500	00	1 de 1

PSFV TORREJON DE VELASCO	
Potencia Nominal	2.000 kW
Potencia Pico	2514,72 kWp
Módulos	
Modelo	JKM620N-78HL4-BDV
Potencia módulo	620 Wp
Número de módulos	4.056
Inversor	
Modelo	SUN2000-215KTL-H0 (200 kW)
Número de inversores	11
Estructura	
Modelo	Seguidor
Configuración	2Vx24/2Vx12
Número de mesas	79 uds 2Vx24
	11 uds 2Vx12
Generación	
5619 MWh/año PR = 91,29 %	

VALLADO PERIMETRAL
ZANJA MEDIA TENSIÓN
ZANJA BAJA TENSIÓN
CAMINO INTERNO
CAMINO EXTERNO
CENTRO DE SECCIONAMIENTO
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
CENTRO DE CONTROL
ARQUETAS
INVERSORES TIPO STRING
SEGUIDOR 2Vx12
SEGUIDOR 2Vx24

ESCALA: 1/2.000

DETALLES DE IMPLANTACIÓN



ESCALA: 1/1.500

INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Planta General

[redacted]

Nº PLANO: 05	N
ESCALA: VARIAS	REVISIÓN: 00
HOJA: 1 de 1	

VALLADO PERIMETRAL

SEGUIDORES INVERSOR 1

SEGUIDORES INVERSOR 2

SEGUIDORES INVERSOR 3

SEGUIDORES INVERSOR 4

SEGUIDORES INVERSOR 5

SEGUIDORES INVERSOR 6

SEGUIDORES INVERSOR 7

SEGUIDORES INVERSOR 8

SEGUIDORES INVERSOR 9

SEGUIDORES INVERSOR 10

SEGUIDORES INVERSOR 11

INVERSORES TIPO STRING

INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

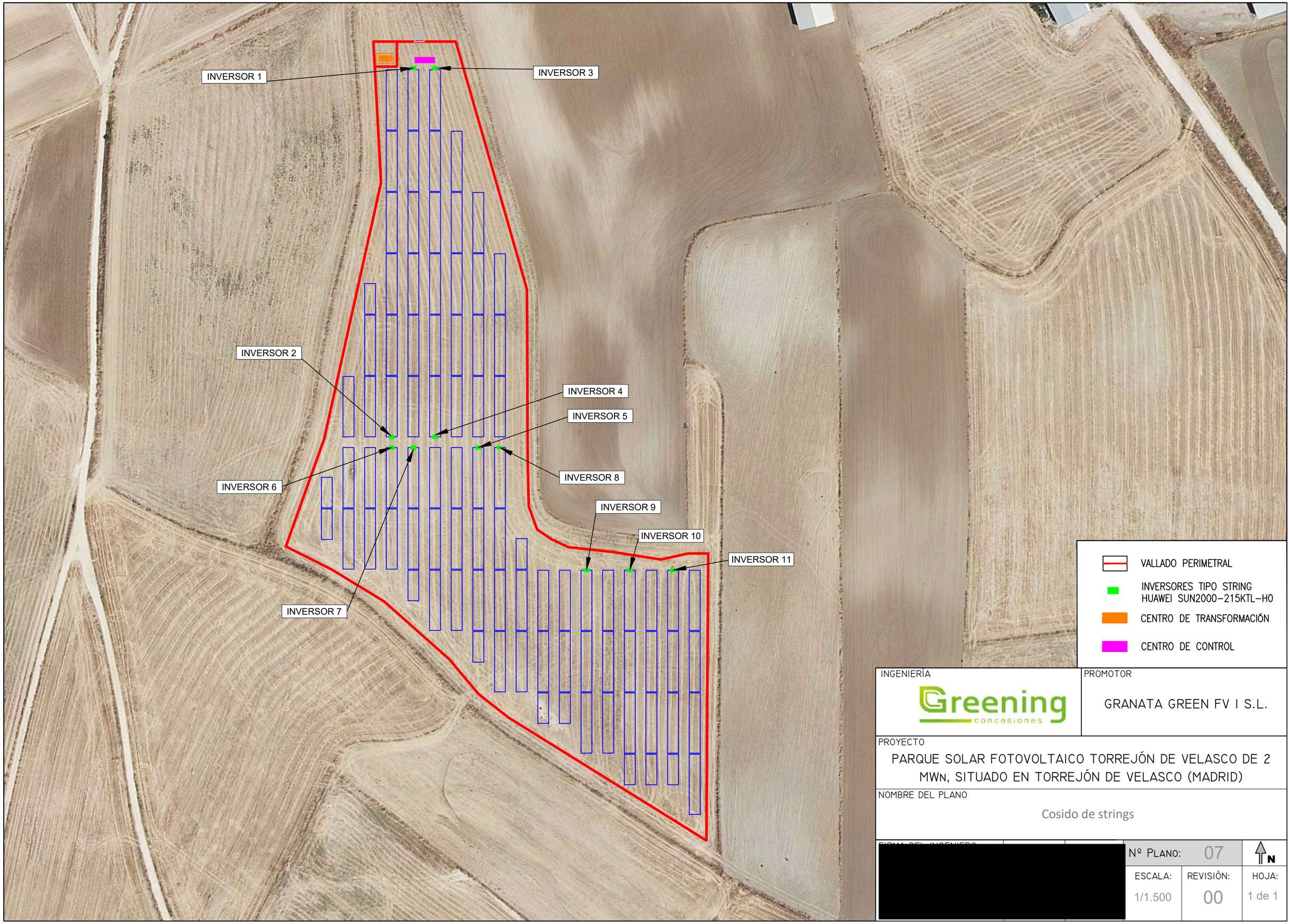
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Distribución de seguidores por inversor

[redacted]

Nº PLANO:		N
ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
1/1.500	00	1 de 1



INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

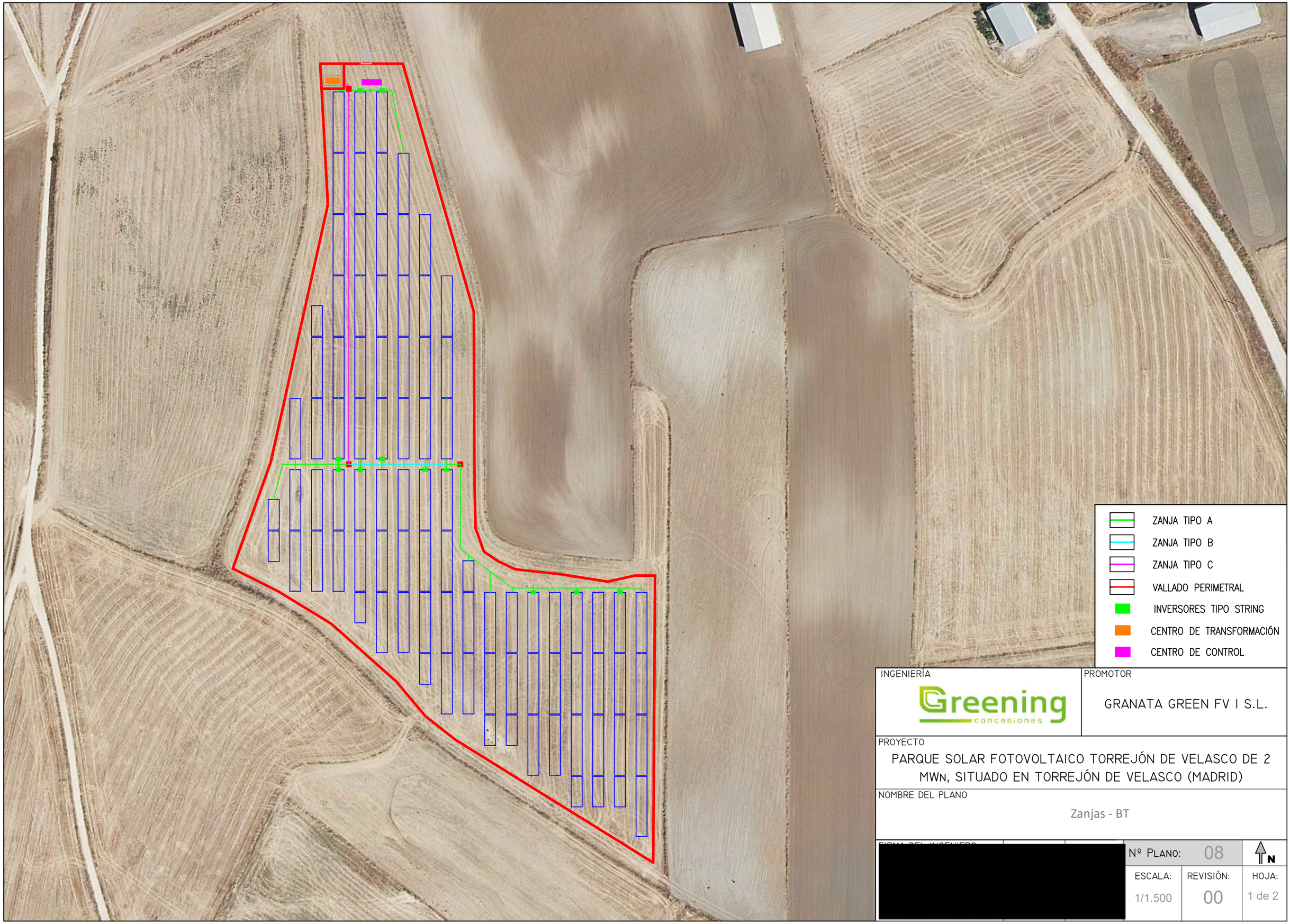
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Cosido de strings

[redacted]

Nº PLANO:	07	N
ESCALA: 1/1.500	REVISIÓN: 00	HOJA: 1 de 1



INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

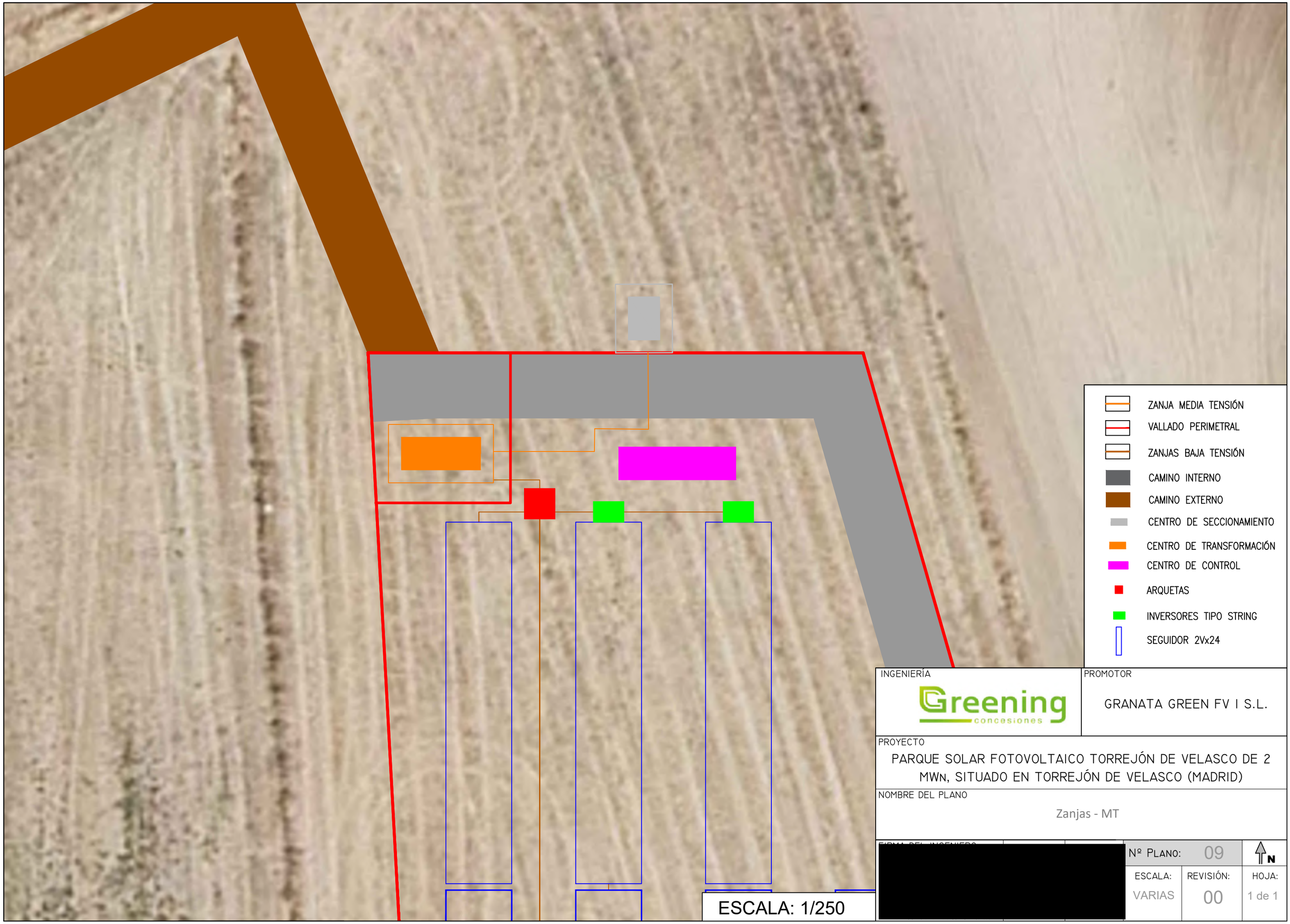
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Zanjas - BT

[redacted]

Nº PLANO:	08	N
ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
1/1.500	00	1 de 2



INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

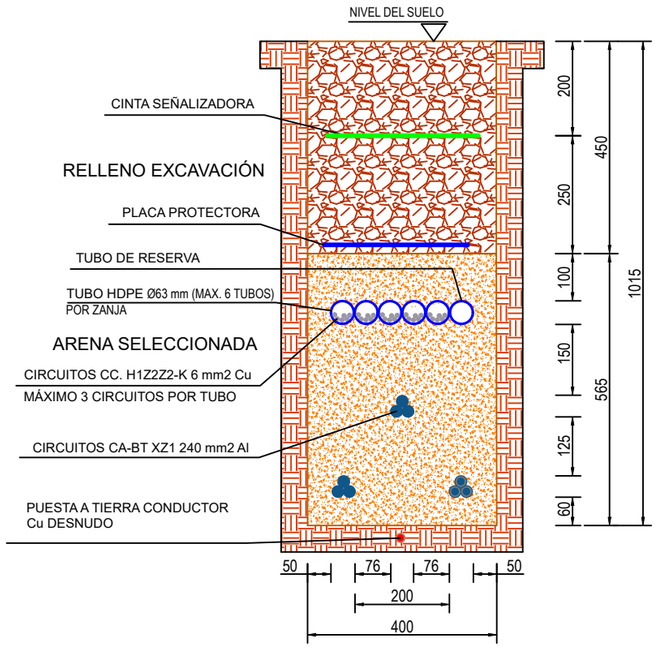
NOMBRE DEL PLANO

Zanjas - MT

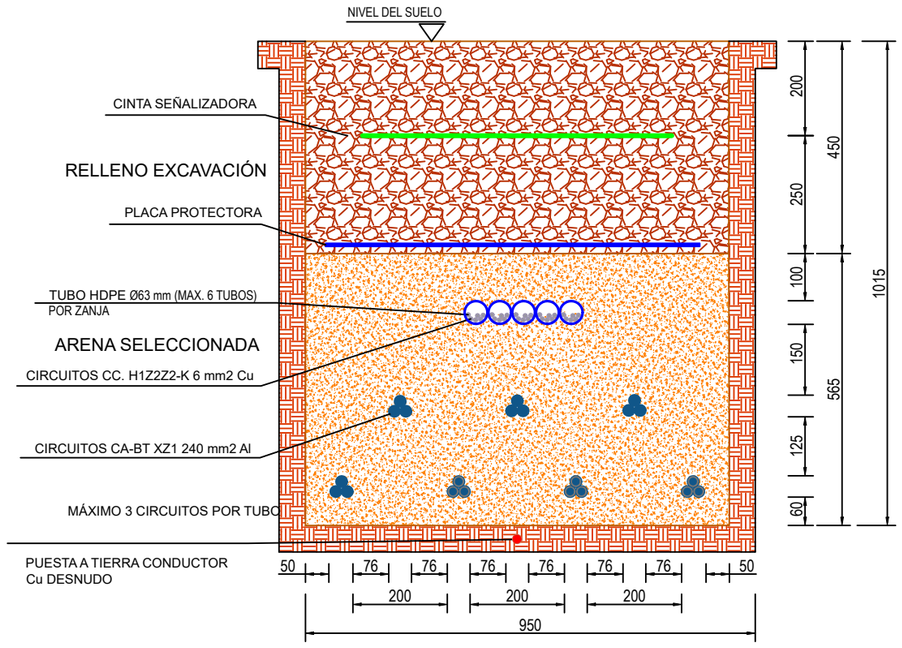
[redacted]

Nº PLANO:	09	N
ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
VARIAS	00	1 de 1

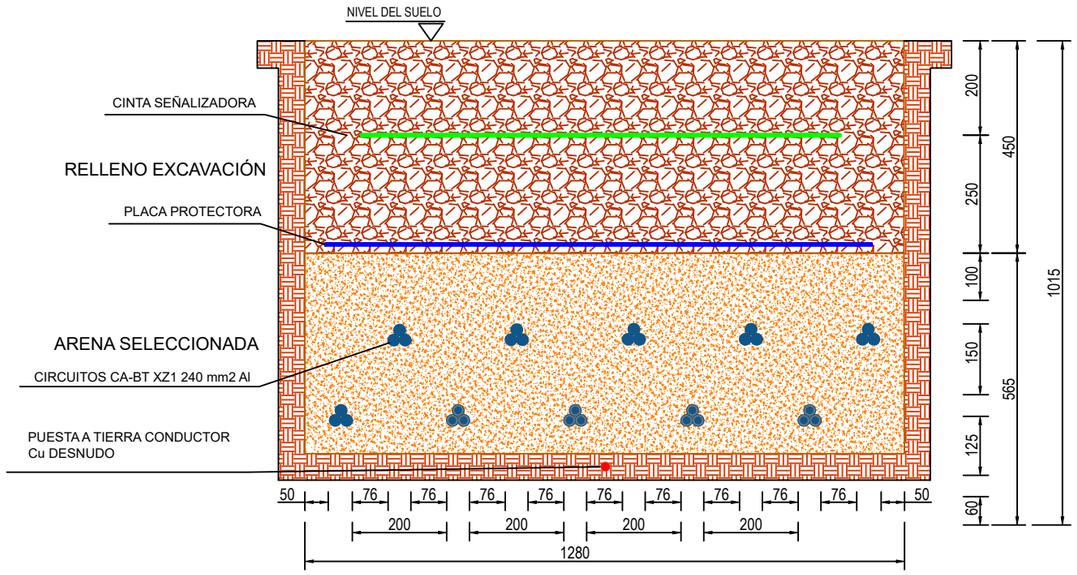
ZANJA TIPO A



ZANJA TIPO B



ZANJA TIPO C



* Cotas en milímetros

INGENIERÍA: Greening concesiones	PROMOTOR: GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Detalle de Zanjas

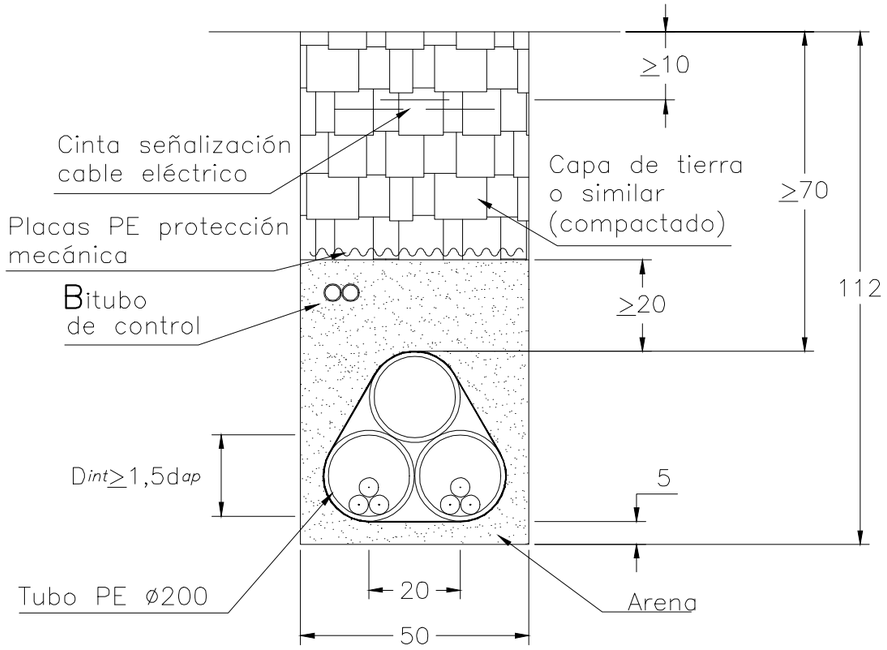
[redacted]

Nº Plano: 10		
ESCALA: S/E	REVISIÓN: 00	HOJA: 1 de 2

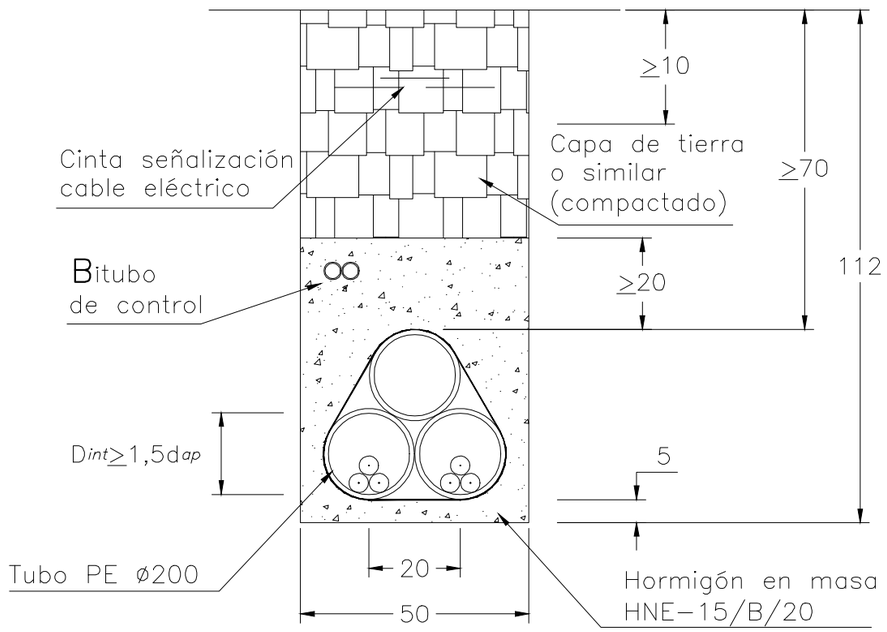
N

ZANJAS MT

(EN TIERRA TUBO SECO)



(EN TIERRA TUBO HORMIGONADO)



* Cotas en milímetros

INGENIERÍA: Greening concesiones	PROMOTOR: GRANATA GREEN FV I S.L.
PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)	
NOMBRE DEL PLANO: Detalle de Zanjas	
[redacted]	Nº PLANO: 10
	ESCALA: S/E · REVISIÓN: 00 · HOJA: 2 de 2

LATIGUILLO COBRE 6 mm2

CONDUCTOR COBRE 16 mm2

CONDUCTOR PUESTA A TIERRA GENERAL COBRE 35 mm2

PICA DE PUESTA A TIERRA

INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

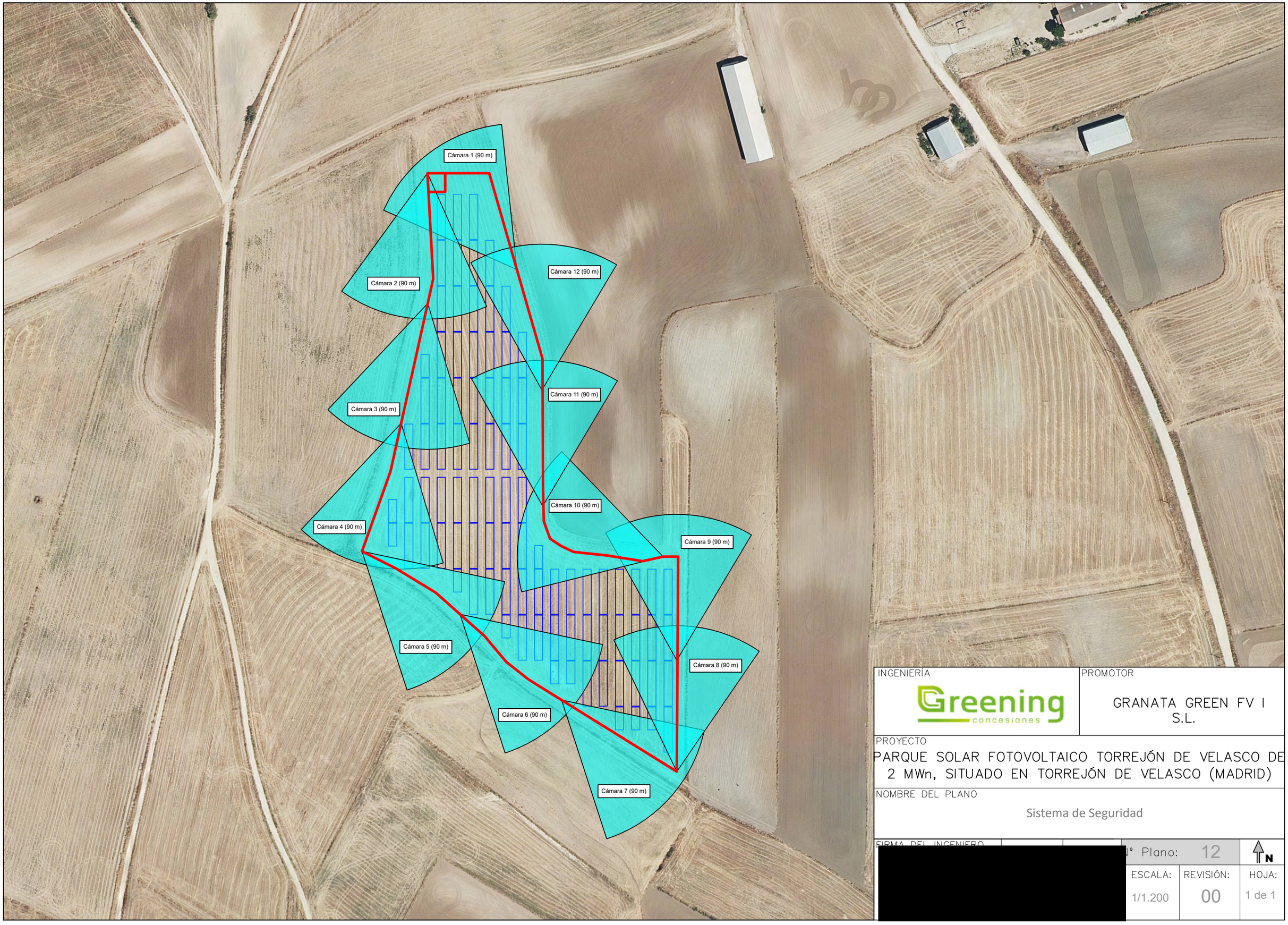
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Puesta a Tierra

[redacted]

Nº PLANO:	11	N
ESCALA: 1/1.500	REVISIÓN: 00	HOJA: 1 de 1



INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

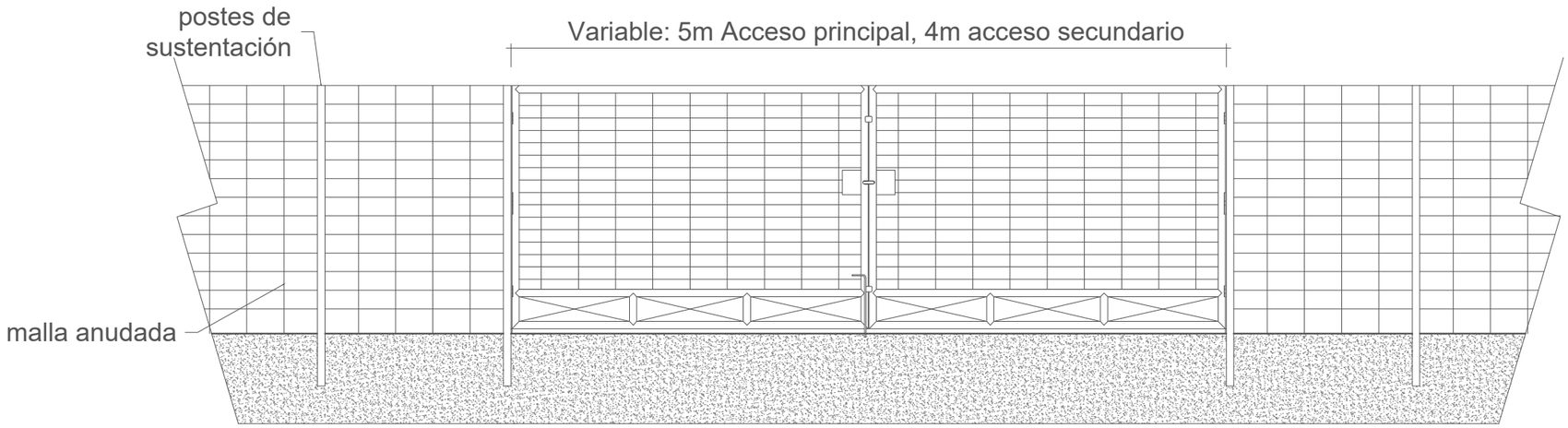
NOMBRE DEL PLANO

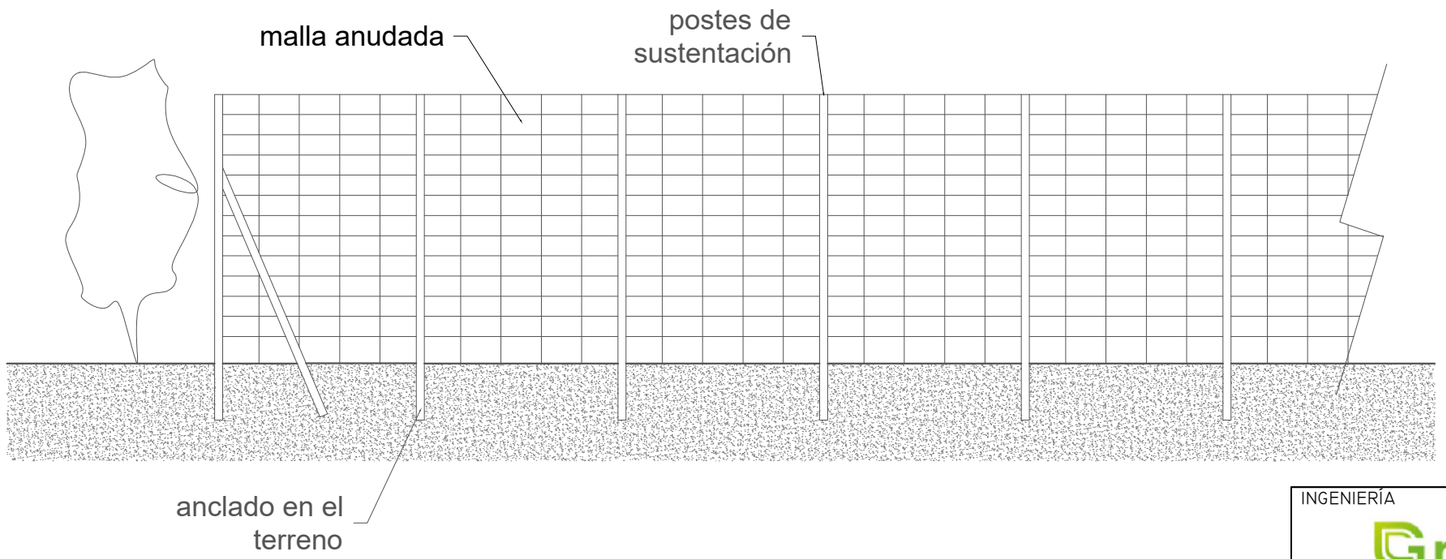
Sistema de Seguridad

FIRMA DEL INGENIERO

[redacted]

Nº Plano: 12		N
ESCALA: 1/1.200	REVISIÓN: 00	HOJA: 1 de 1





INGENIERÍA: Greening concesiones	PROMOTOR: GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

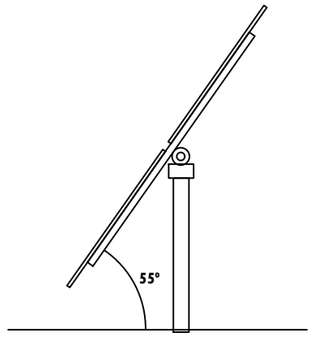
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Vallado perimetral

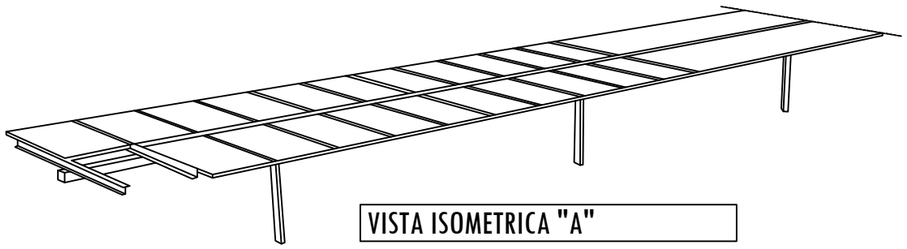
[redacted]

Nº Plano: 13		
ESCALA: S/E	REVISIÓN: 00	HOJA: 1 de 1

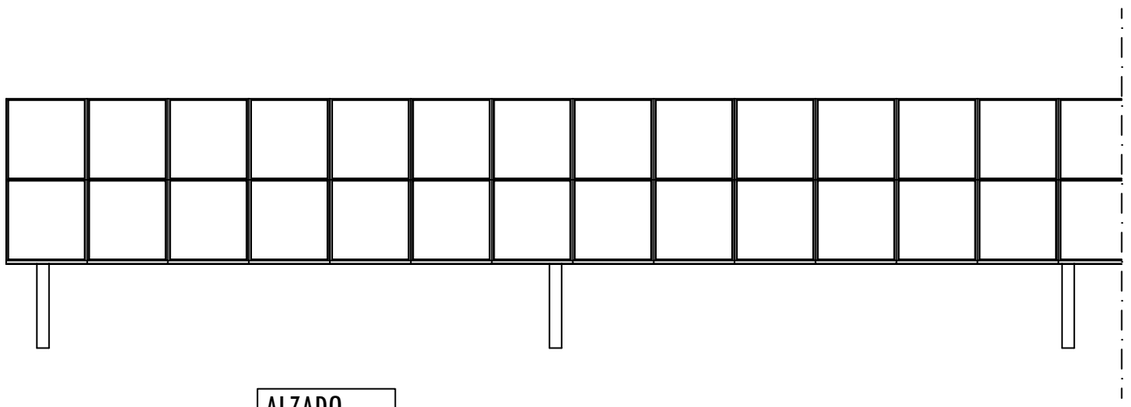


SEGUIDOR E16 - 1 EJE / 2 PANELES

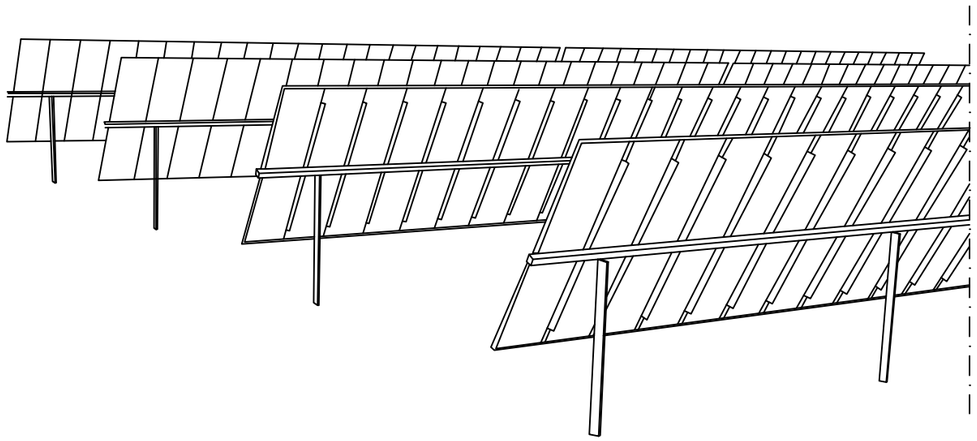
PERFIL



VISTA ISOMETRICA "A"



ALZADO



VISTA ISOMETRICA "B"

INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

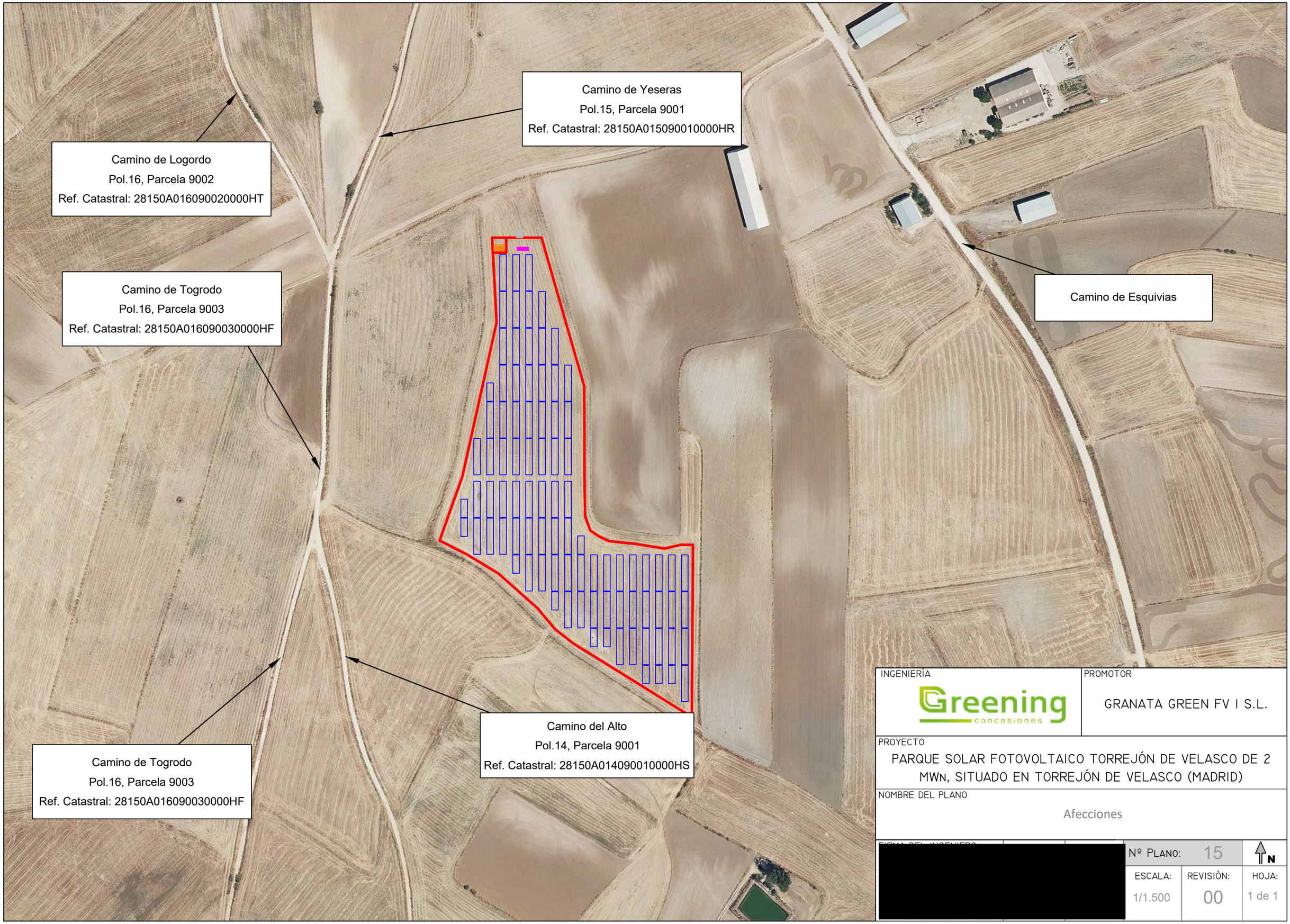
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Detalle seguidor solar 2V

[redacted]

Nº PLANO:		N
ESCALA: S/E	REVISIÓN: 00	HOJA: 1 de 1



INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Afecciones

FIRMA DEL INGENIERO

[redacted]

Nº PLANO:	ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
15	1/1.500	00	1 de 1

N

INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

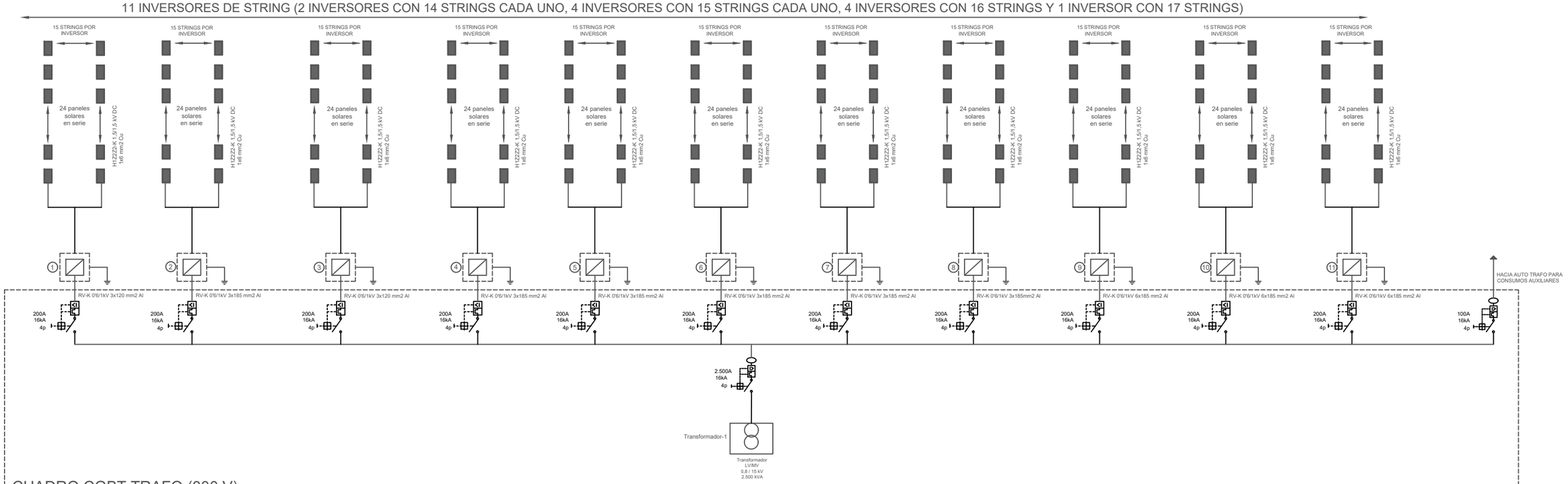
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Accesos

[redacted]

Nº PLANO:	16	N
ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
1/7.500	00	1 de 1



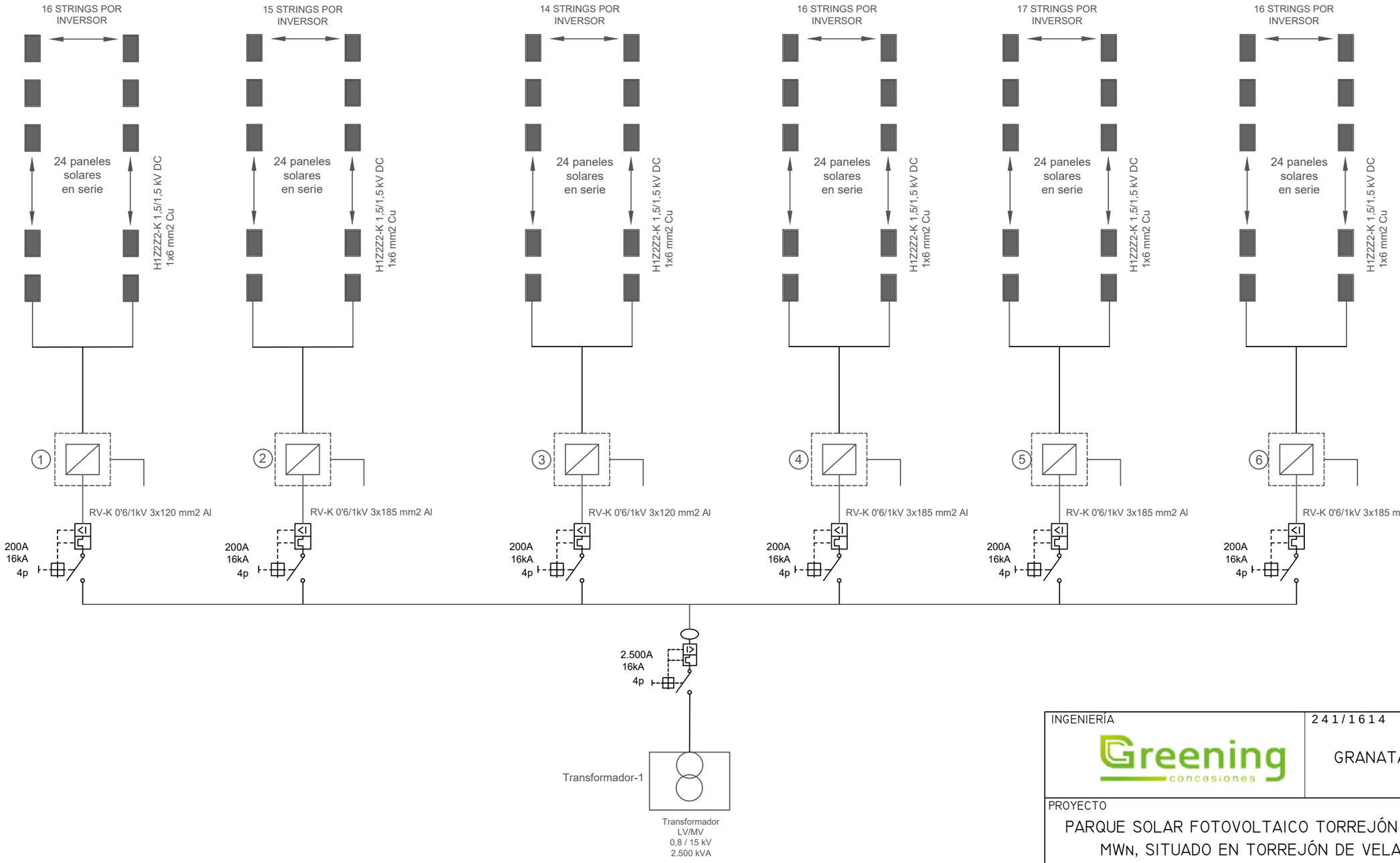
NOTA:
Al tenerse como sistema de distribución en Baja Tensión un sistema IT, sin Neutro ni conductor de Tierra PE, se precisará de un sistema de Vigilancia de Aislamiento VIGI que vigile de forma permanente el correcto aislamiento de cada conductor activo de Fase y Tierra. En caso de pérdida de aislamiento en un circuito en concreto, el Vigi abrirá cada circuito de forma independiente, no afectándose a la producción del total.

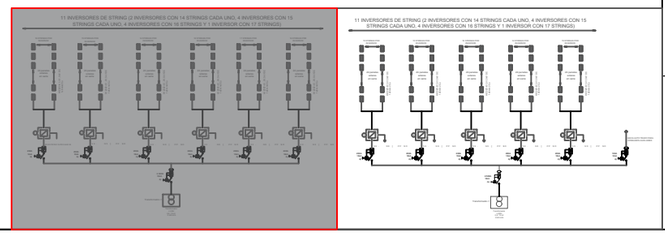
También se activará la opción de vigilante de aislamiento por parte de los inversores.

Los Interruptores de cada circuito inversor serán de corte TRIPOLAR, y al tenerse 800V de tensión nominal deberá de ser aparamenta apta ésta tensión. Igualmente las protecciones de Sobretensiones permanentes serán aptas a éste calibre de tensión nominal.

INGENIERÍA: Greening concesiones	241/1614 GRANATA GREEN FV I S.L.
PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)	
NOMBRE DEL PLANO: Esquema Unifilar Baja Tensión	
FIRMA DEL INGENIERO: [redacted]	Nº PLANO: 17
'5%#.# S/E	4'8+5+¬0 00
	HOJA: 1 de 3

11 INVERSORES DE STRING (2 INVERSORES CON 14 STRINGS CADA UNO, 4 INVERSORES CON 15 STRINGS CADA UNO, 4 INVERSORES CON 16 STRINGS Y 1 INVERSOR CON 17 STRINGS)





INGENIERÍA

Greening concesiones

241/1614

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

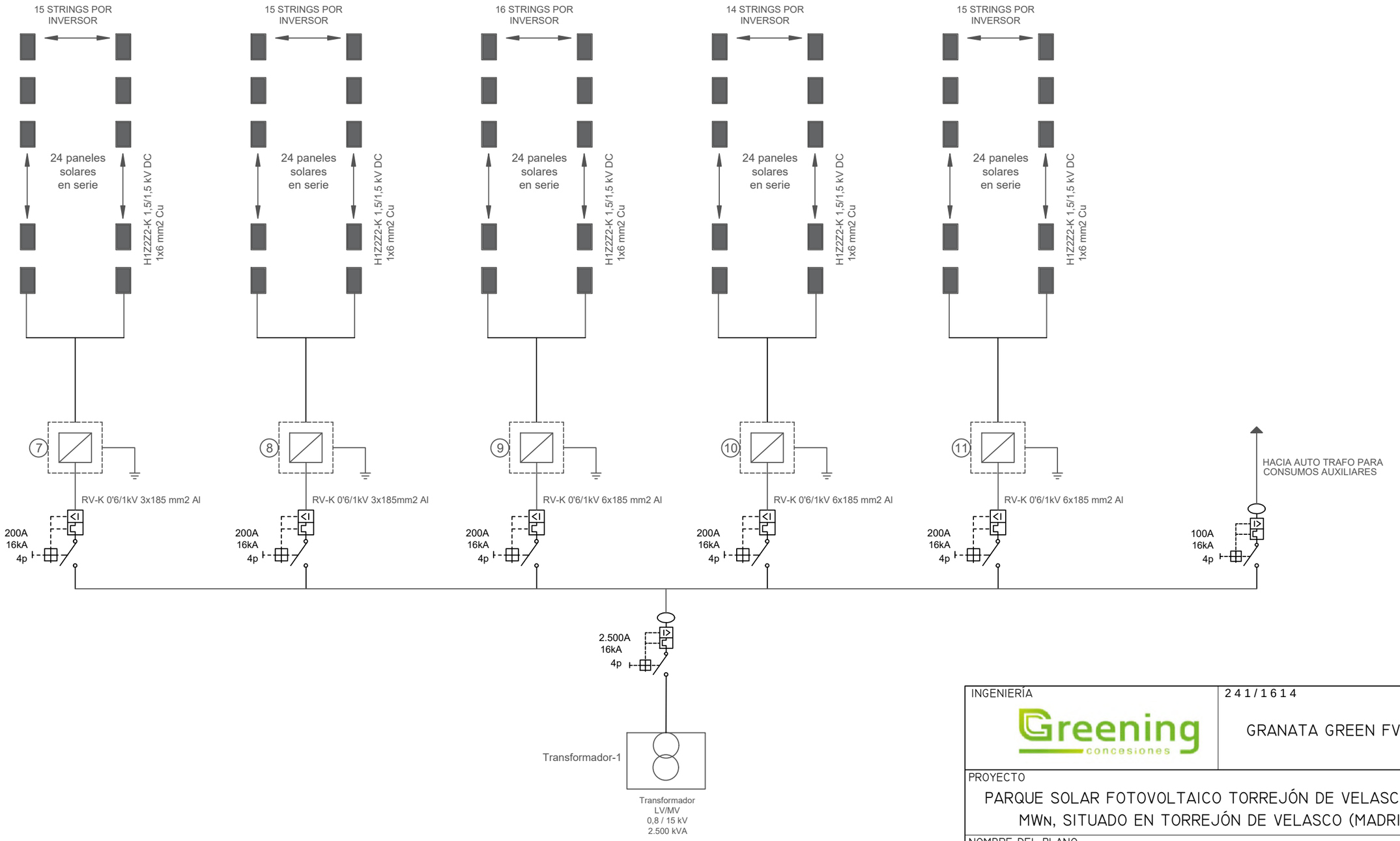
Esquema Unifilar Baja Tensión

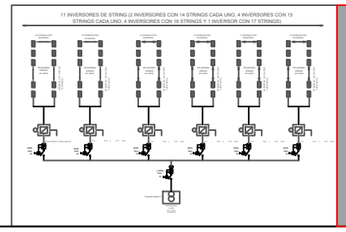
FIRMA DEL INGENIERO

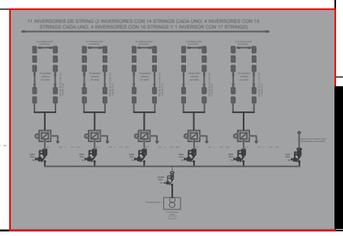
[redacted]

Nº PLANO:	17	N
'5%#.# S/E	4'8+5+¬0 00	HOJA: 2 de 3

11 INVERSORES DE STRING (2 INVERSORES CON 14 STRINGS CADA UNO, 4 INVERSORES CON 15 STRINGS CADA UNO, 4 INVERSORES CON 16 STRINGS Y 1 INVERSOR CON 17 STRINGS)







INGENIERÍA

Greening concesiones

241/1614

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

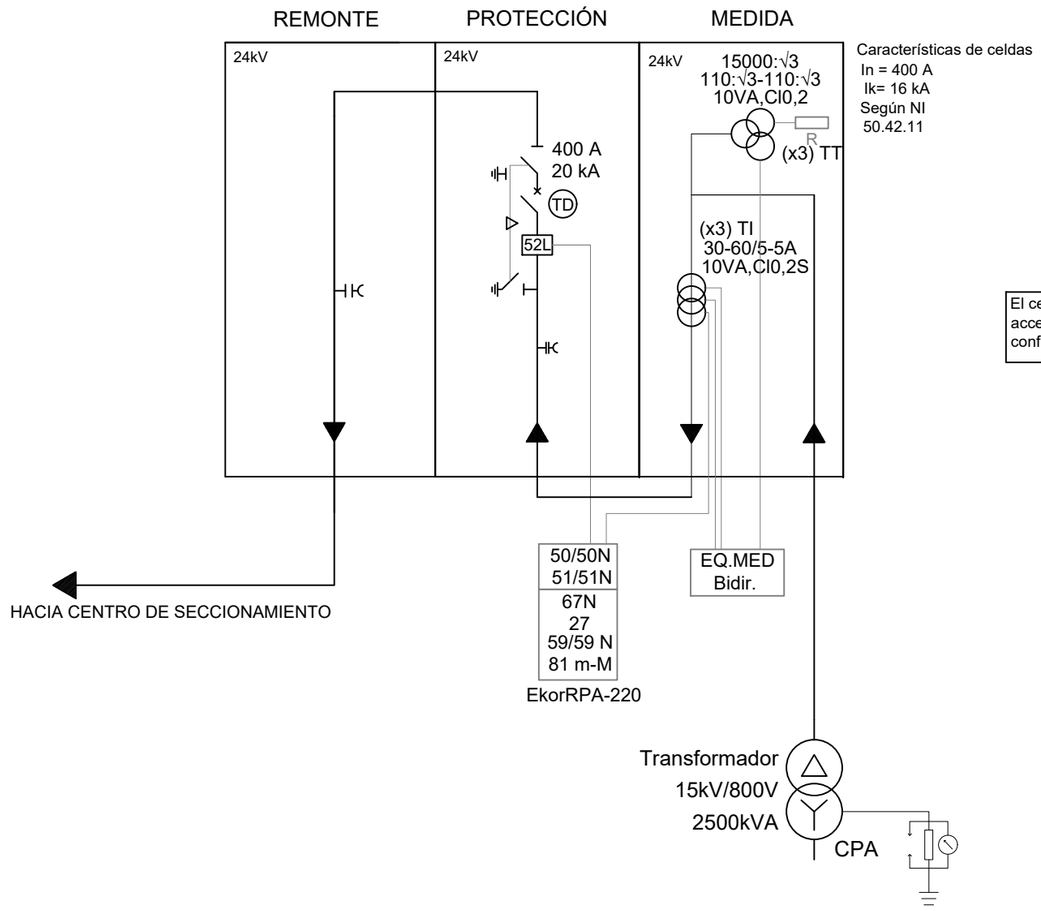
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Esquema Unifilar Baja Tensión

[redacted]

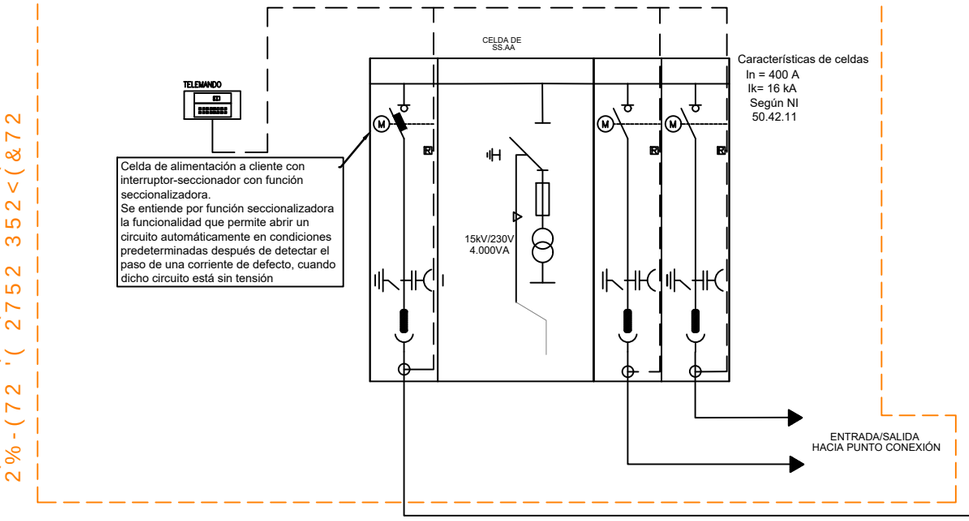
Nº PLANO:	17	N
'5%#.#	4'8+5+¬0 HOJA:	
S/E	00	3 de 3

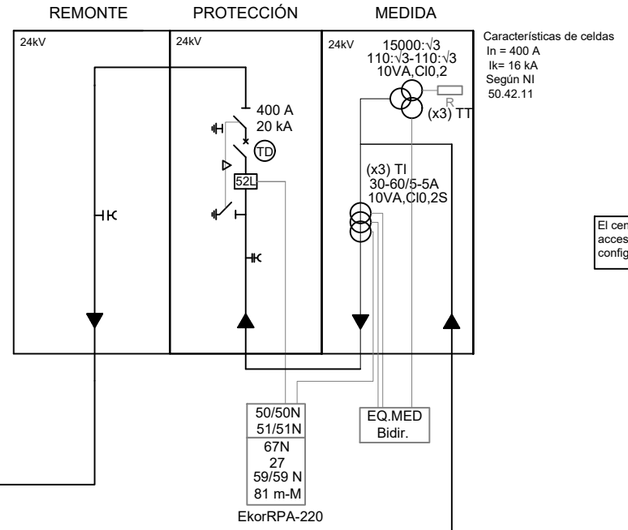


Las nuevas celdas estarán exentas de Hexafluoruro de Azufre, sin SF6, pudiendo ser de corte al aire.

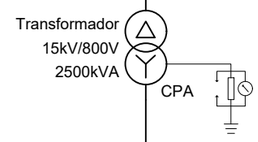
INGENIERÍA: Greening concesiones			241/1614	GRANATA GREEN FV I S.L.
PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)				
NOMBRE DEL PLANO: Esquema Unifilar Centro de Transformación				
FIRMA DEL INGENIERO [redacted]	DIBUJADO	COMPROBADO	Nº PLANO: 18	N
			'5%#.# S/E	4'8+5+¬0 00
				HOJA: 1 de 1

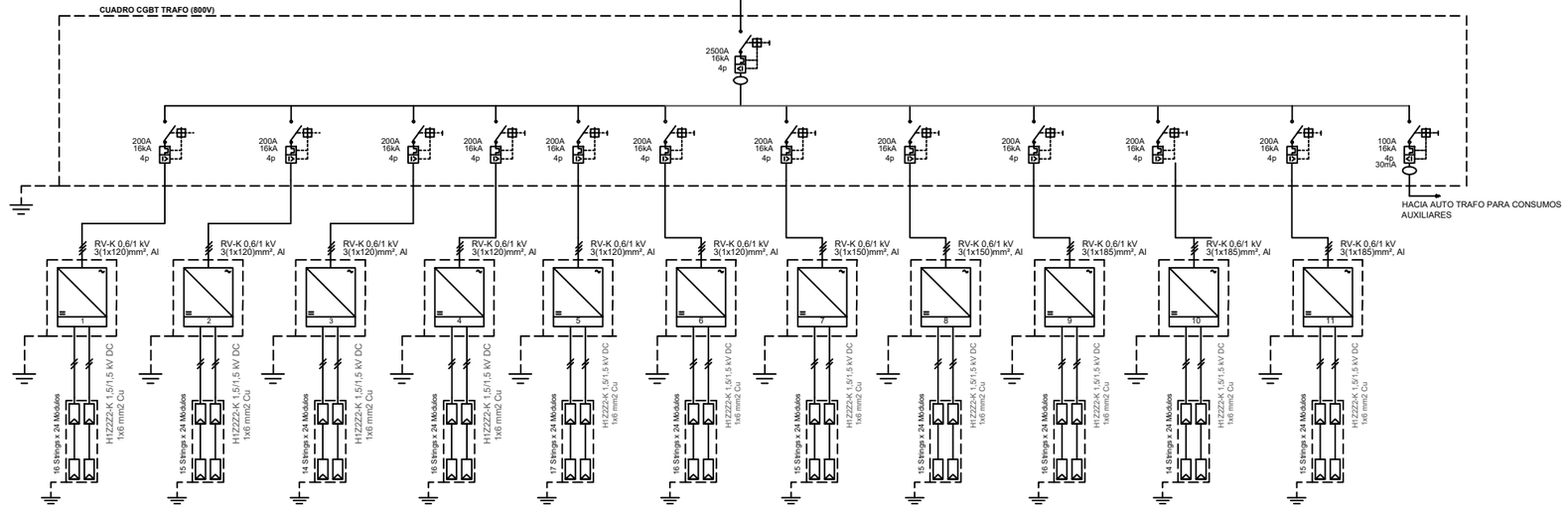
&(1752 '(6(&&,21$0,(172
2%-(72 '(2752 352<(&72



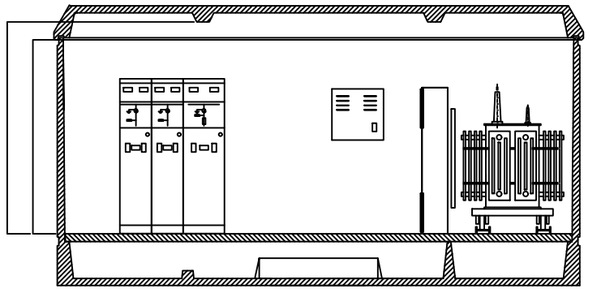


El centro de transformación contará con acceso directo a personal i-DE segun la configuración de doble vallado

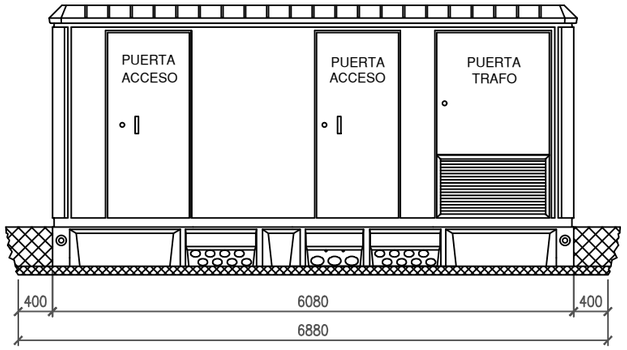




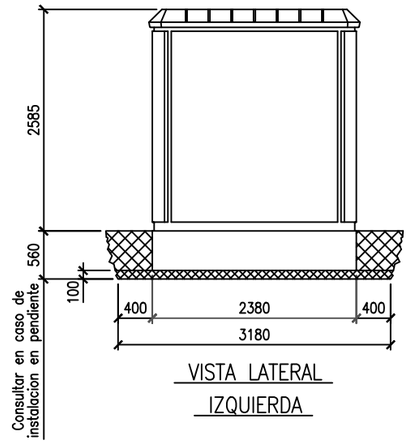
INGENIERÍA Greening concesiones			241/1614 GRANATA GREEN FV I S.L.	
PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)				
NOMBRE DEL PLANO: Esquema Unifilar Completo				
FIRMA DEL INGENIERO [redacted]	DIBUJADO	COMPROBADO	Nº PLANO: 19	N
			'5%#.# S/E	4'8+5+¬0 00 HOJA: 1 de 1



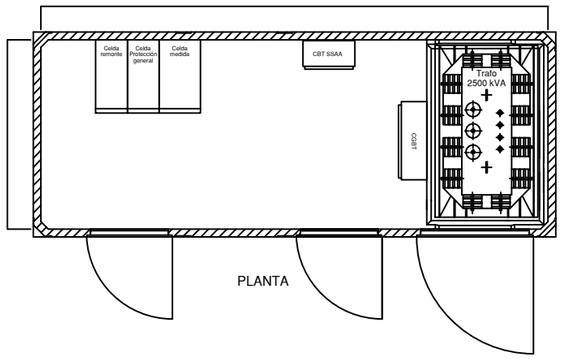
SECCIÓN TRANSVERSAL



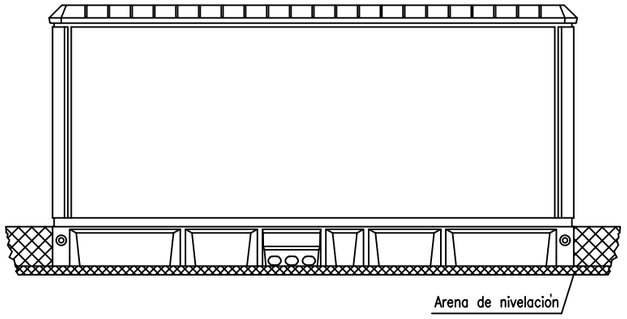
VISTA FRONTAL

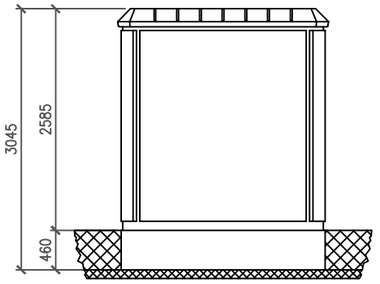


VISTA LATERAL IZQUIERDA



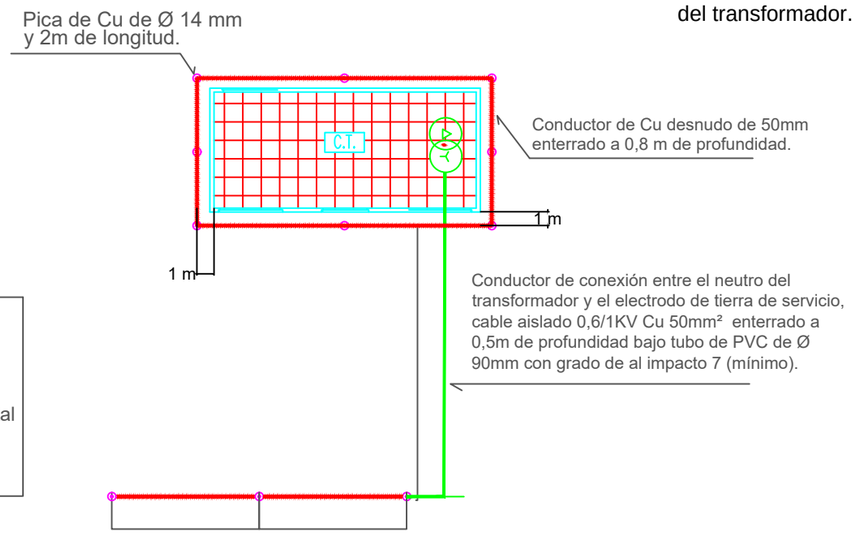
PLANTA





VISTA LATERAL DERECHA

Se instalará sistema de ventilación forzada, con control de temperatura por termostato y ventilador extractor helicoidal para la correcta ventilación de la caseta y extracción de calor del transformador.



TIERRA DE PROTECCIÓN

Configuración: 70-40/8/82
Profundidad electrodo: 0.8 m
Número de picas: 8
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2 m

TIERRA DE SERVICIO

Configuración: 5/32.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Detalle Centro de Transformación PFU-5

FIRMA DEL INGENIERO [redacted]

DIBUJADO

COMPROBADO

Nº PLANO: 20

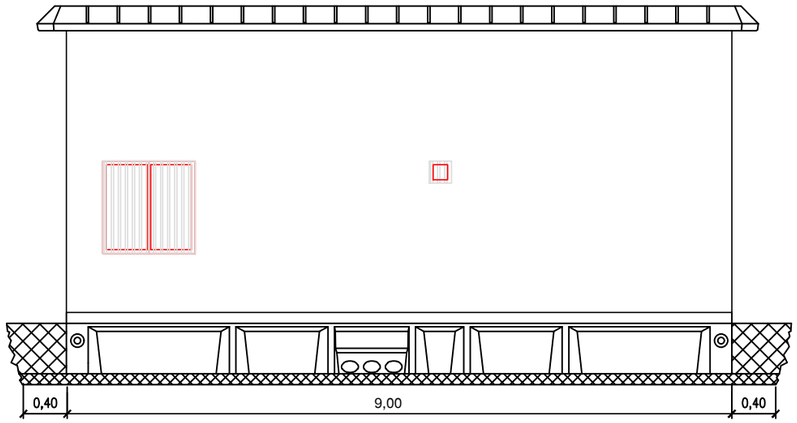
N

ESCALA: S/E

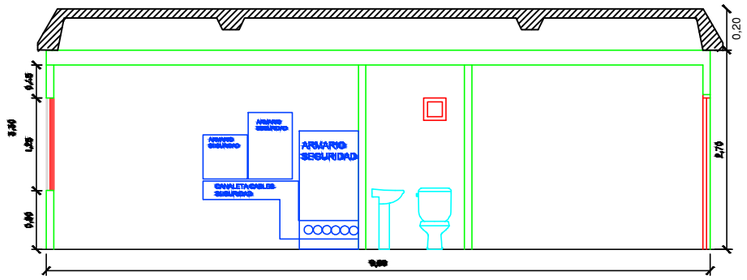
REVISIÓN: 00

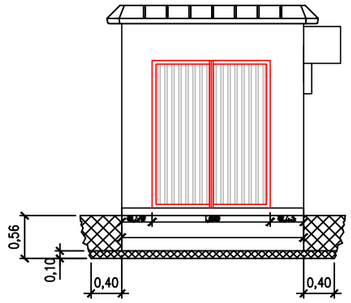
HOJA: 1 de 1

ALZADO PRINCIPAL



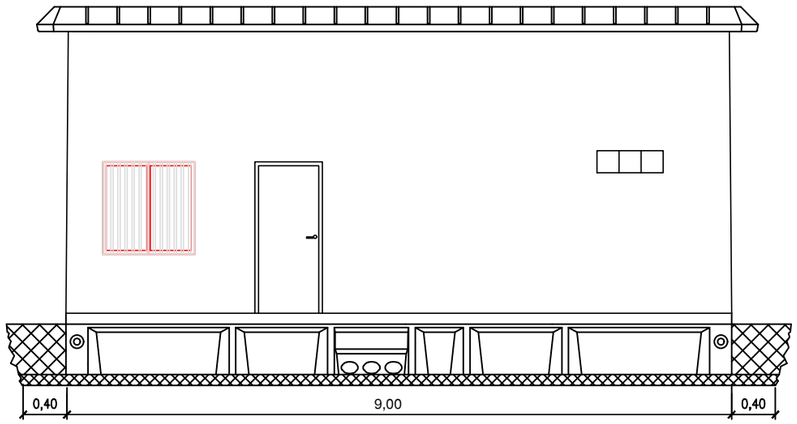
SECCIÓN A-A`



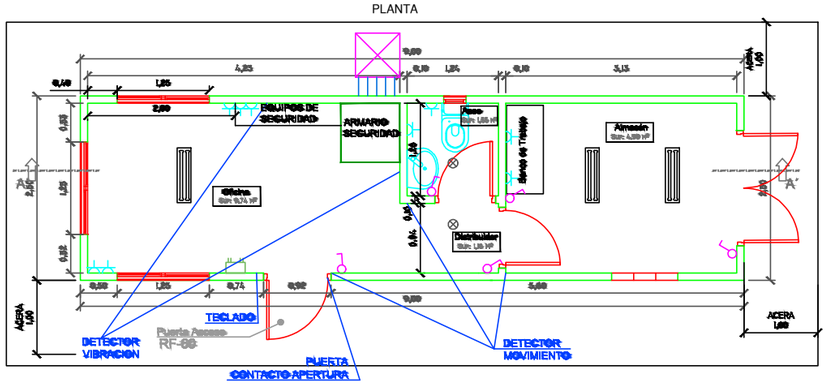


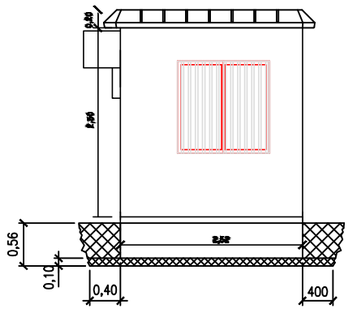
ALZADO FRONTAL DERECHO

ALZADO POSTERIOR



PLANTA





ALZADO FRONTAL IZQUIERDO

LEYENDA

Instalación Eléctrica

- CGMP
- Pantalla Tubo fluorescente 2x36W
- Punto de luz sencillo 50W
- Toma de corriente monofásica
- Interruptor

Instalación Agua

- Depósito de agua 100 L

Instalación Seguridad

- Arqueta canalizaciones 0.60x.60 cm
- Tubos canalizaciones Ø 90mm
- RAC instalaciones 0.80x0.80cm

INGENIERÍA	Greening concesiones
PROMOTOR	GRANATA GREEN FV I S.L.
PROYECTO	PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWN, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)
NOMBRE DEL PLANO	Edificio de control
FIRMA DEL INGENIERO	[redacted]
DIBUJADO	
COMPROBADO	
Nº PLANO:	21
ESCALA:	S/E
REVISIÓN:	00
HOJA:	1 de 1
N	

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA CONCEDIDA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

1. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

2. RESUMEN DE PRESUPUESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 ACTUACIONES PREVIAS								
01.01	**m2 DESBROCE Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**								
	Desbroce hasta un espesor de 20 cm, retirada de productos sobrantes a lugar de empleo o vertedero.								
	Desbroce planta solar	1	30.625,000			30.625,000			
	Desbroce camino de acceso externo	1	162,000			162,000			
							30.787,00	0,08	2.462,96
	TOTAL CAPÍTULO 01 ACTUACIONES PREVIAS								**2.462,96**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL								
	SUBCAPÍTULO 02.01 RED DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN								
02.01.01	**m3 RELLENO CON MATERIAL FILTRANTE**								
	Relleno localizado con material filtrante procedente de cantera, con diámetro menor a 5cm, totalmente colocado en zanjas o trasdoses de muros.								
	Zanja tipo A	1	151,500	0,500	0,210	15,908			
	Zanja tipo B	1	55,000	0,500	0,400	11,000			
	Zanja tipo C	1	190,000	0,900	0,400	68,400			
							95,31	5,72	544,97
02.01.02	**m3 EXCAVACIÓN DE ZANJA / POZO EN TIERRAS**								
	Excavación en zanja en tierra, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.								
	Zanja tipo A	1	151,500	0,500	0,210	15,908			
	Zanja tipo B	1	55,000	0,500	0,400	11,000			
	Zanja tipo C	1	190,000	0,900	0,400	68,400			
							95,31	0,92	87,58
02.01.03	**m3 RELLENO LOCALIZADO ZANJAS CON MATERIAL EXCAVACIÓN**								
	Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, clasificados, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.								
	Zanja tipo A	1	151,500	0,500	0,210	15,908			
	Zanja tipo B	1	55,000	0,500	0,400	11,000			
	Zanja tipo C	1	190,000	0,900	0,400	68,400			
							95,31	0,92	87,58
02.01.04	**m LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**								
	Ejecución de la línea subtrerránea de Media Tensión incluyendo cableado, construcción de la zanja , tendido del cableado y arquetas								
	Longitud canalización	1	19,59			19,59			
							19,59	8,00	156,72
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 RED DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN.....876,85.								
	SUBCAPÍTULO 02.02 VALLADO								
02.02.01	**m MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 50/14 H=2,00 M**								
	Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 50/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, totalmente montada i/ desmontaje de valla existente, replanteo y recibido de postes con mortero de cemento y arena de río 1/4. (ti-								
	Vallado perimetral	1	962,000			962,000			
							962,00	6,70	6.445,40

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.02.02	**ud PUERTA AUTOMÁTICA DE ACCESO**								
	Ejecución puerta automática de acceso de 10 metros de longitud y 2 metros de altura, deslizante sobre carril embutido en zuncho de hormigón de 40x40 cm., con armadura formada por 4 redondos de 12 mm., y estribos de 8 mm., cada 25 cm., con hormigón HA-25/P/20, incluido la excavación del zuncho, la colocación de perfil y carril de apoyo, puerta formada por bastidor de perfiles tubulares, zócalo de chapa de 40 cm.-, de altura, y perfiles tubulares verticales de cuadradillo, se incluye el motor así como la instalación electrica necesaria para su correcto funcionamiento								
	Puerta de acceso	1				1,00			
							1,00	4.538,49	4.538,49
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 VALLADO								**10.983,89**
	SUBCAPÍTULO 02.03 EDIFICIO DE CONTROL								
02.03.01	**ud EDIFICIO DE CONTROL**								
	Edificio de control de hormigón prefabricado con almacén. Incluye la losa de cimentación de hormigón reforzado, con sus instalaciones interiores acabadas, suministro de aseo, mobiliario de oficina, pinturas y acabados. Incluido el sistema de alumbrado interior, sistema contraincendios y climatización.								
	Caseta prefabricada Edificio de control	1				1,00			
							1,00	9.233,18	9.233,18
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.03 EDIFICIO DE CONTROL								**9.233,18**
	SUBCAPÍTULO 02.04 VIALES								
02.04.01	**m3 ZAHORRA ARTIFICIAL 0/32 mm**								
	Zahorra artificial 0/20 ó 0/32 mm utilizada en base de pavimentación compactada al 98% del proctor modificado, incluso preparación y compactación de explanada, totalmente enrasada y terminada su superficie.								
	Camino interior planta	175				175,000			
	Camino de acceso	162				162,000			
							337,00	8,87	2.989,19
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.04 VIALES								**2.989,19**
	SUBCAPÍTULO 02.05 ARQUETAS								
02.05.01	**ud ARQUETA TIPO A-1**								
	Arqueta de registro tipo A-1 normalizada por cia. suministradora, para red de distribución de energía eléctrica en B.T., incluso excavación, carga y transporte de materiales sobrantes a vertedero o lugar de empleo, marco fijado a obra y tapa reforzada tipo D-400, gancho de abertura, sellado de canalizaciones una vez instalados los circuitos, totalmente terminada y construida según plano de detalles del proyecto, normas particulares de la compañía suministradora, normas MV, ordenanza municipal y REBT.								
	B.T.	3	1,000	1,000		3,000			
							3,00	92,65	277,95
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.05 ARQUETAS								**277,95**
	TOTAL CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL								**24.361,06**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA								
03.01	**ud MÓDULO SOLAR FV**								
	Panel fotovoltaico monocristalino JKM620N-78HL4-BDV, marca Jinko Solar o similar, de 620 Wp con unas dimensiones 2465 x 1134 x 30 mm, peso de 34.6 kg. Totalmente instalado y funcionando.								
	Módulos	4056				4.056,00			
							4.056,00	113,48	460.274,88
03.02	**kWpSEGUIDOR SOLAR**								
	Suministro, instalación y montaje de estructura seguidor								
	Seguidor solar	4056				4.056,00			
							4.056,00	31,47	127.642,32
03.03	**ud INVERSOR HUAWEI SUN2000-215KTL-H0**								
	Ud. Suministro e instalación de inversor tipo string de la marca HUAWEI, modelo SUN2000-215KTL-H0 o similar, con una salida nominal de 200 kW. El inversor cuenta con 9 MPPT, con dos entradas por cada MPPT.								
	Inversor de string	11				11,00			
							11,00	3.579,34	39.372,74
03.04	**ud CUADRO GENERAL BAJA TENSIÓN INVERSORES**								
	Ud. Cuadro General de Baja Tensión Inversores 800 V, constituido por armario metálico estanco con capacidad, totalmente equipado e instalado.								
	Cuadro General de Baja Tensión	1				1,00			
							1,00	4.476,28	4.476,28
	TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....								**631.766,22**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA								
	SUBCAPÍTULO 04.01 CORRIENTE CONTINUA								
04.01.01	**ud Conector MC4 Macho**								
	Instalación de conector MC4 macho para conexiado de cableado con grado de protección IP67, clase de protección II, rango de temperaturas de trabajo -40 +90 ºC. Totalmente instalado.								
	Conector Macho	169				169,00			
							169,00	1,52	256,88
04.01.02	**m Cable Solar H1Z2Z2-K 1/1,8 kV DC 6 mm2 Cu Negro (-)**								
	Cable Solar H1Z2Z2-K 1/1,8 kV DC de 6 mm2 de sección de cobre en color Negro para polo negativo. Totalmente instalado, conectado incluyendo material auxiliar y conexiones.								
	Inversor 1	1	10,00			10,00			
	Inversor 2	1	185,00			185,00			
	Inversor 3	1	20,00			20,00			
	Inversor 4	1	197,00			197,00			
	Inversor 5	1	216,00			216,00			
	Inversor 6	1	185,00			185,00			
	Inversor 7	1	188,00			188,00			
	Inversor 8	1	226,00			226,00			
	Inversor 9	1	331,00			331,00			
	Inversor 10	1	332,00			332,00			
	Inversor 11	1	332,00			332,00			
							2.222,00	0,71	1.577,62
04.01.03	**ud TUBO PVC, DIÁMETRO: 50 MM**								
	Canalización formada por un tubo de polietileno instalado en zanja sobre cama de arena de río. Totalmente instalado.								
	Zanja tipo A	1	151,50			151,50			
	Zanja tipo B	1	55,00			55,00			
	Zanja tipo C	1	190,00			190,00			
							396,50	3,63	1.439,30
04.01.04	**ud Conector MC4 Hembra**								
	Instalación de conector MC4 hembra para conexiado de cableado con grado de protección IP67, clase de protección II, rango de temperaturas de trabajo -40 +90 ºC. Totalmente instalado.								
	Conector Hembra	169				169,00			
							169,00	1,52	256,88
04.01.05	**m Cable Solar H1Z2Z2-K 1/1.8 kV DC 6 mm2 Cu Rojo (+)**								
	Cable Solar H1Z2Z2-K 1/1,8 kV DC de 6 mm2 de sección de cobre en color Rojo para polo positivo. Totalmente instalado, conectado incluyendo material auxiliar y conexiones.								
	Inversor 1	1	10,00			10,00			
	Inversor 2	1	185,00			185,00			
	Inversor 3	1	20,00			20,00			
	Inversor 4	1	197,00			197,00			
	Inversor 5	1	216,00			216,00			
	Inversor 6	1	185,00			185,00			
	Inversor 7	1	188,00			188,00			
	Inversor 8	1	226,00			226,00			
	Inversor 9	1	331,00			331,00			
	Inversor 10	1	332,00			332,00			
	Inversor 11	1	332,00			332,00			
							2.222,00	0,71	1.577,62
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 CORRIENTE CONTINUA.....								**5.108,30**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 04.02 CORRIENTE ALTERNA								
04.02.01	**TENDIDO DE CABLE 0,6/1 KV 1X250 AL**								
	Tendido de cable unipolar con conductor de Aluminio de 250 mm2, tensión asignada de 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior en PO resistente a los rayos UV.								
	Inversor 9-ct	3	311,00			933,00			
	Inversor 10-ct	3	332,00			996,00			
	Inversor 11-ct	3	352,00			1.056,00			
							2.985,00	1,15	3.432,75
04.02.02	**TENDIDO DE CABLE 0,6/1 KV 1X150 AL**								
	Tendido de cable unipolar con conductor de Aluminio de 150 mm2, tensión asignada de 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior en PO resistente a los rayos UV.								
	Inversor 4-ct	3	197,00			591,00			
	Inversor 5-ct	3	216,00			648,00			
	Inversor 6-ct	3	185,00			555,00			
	Inversor 7-ct	3	188,00			564,00			
	Inversor 8-ct	3	226,00			678,00			
							3.036,00	0,88	2.671,68
04.02.03	**TENDIDO DE CABLE 0,6/1 KV 1X120 AL**								
	Tendido de cable unipolar con conductor de Aluminio de 120 mm2, tensión asignada de 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior en PO resistente a los rayos UV.								
	Inversor 1-ct	3	10,00			30,00			
	Inversor 2-ct	3	185,00			555,00			
	Inversor 3-ct	3	20,00			60,00			
							645,00	0,65	419,25
04.02.04	**CABLE 0,6/1 KV 1X250 AL**								
	Cable Unipolar con conductor de Aluminio de 185 mm2, tensión asignada de 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior en PO resistente a los rayos UV.								
	Inversor 9	3	311,00			933,00			
	Inversor 10	3	332,00			996,00			
	Inversor 11	3	352,00			1.056,00			
							2.985,00	1,82	5.432,70
04.02.05	**CABLE 0,6/1 KV 1X150 AL**								
	Cable Unipolar con conductor de Aluminio de 150 mm2, tensión asignada de 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior en PO resistente a los rayos UV.								
	Inversor 4-ct	3	197,00			591,00			
	Inversor 5-ct	3	216,00			648,00			
	Inversor 6-ct	3	185,00			555,00			
	Inversor 7-ct	3	188,00			564,00			
	Inversor 8-ct	3	226,00			678,00			
							3.036,00	1,40	4.250,40
04.02.06	**CABLE 0,6/1 KV 1X120 AL**								
	Cable Unipolar con conductor de Aluminio de 120 mm2, tensión asignada de 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior en PO resistente a los rayos UV.								
	Inversor 1-ct	3	10,00			30,00			
	Inversor 2-ct	3	185,00			555,00			
	Inversor 3-ct	3	20,00			60,00			
							645,00	1,11	715,95
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 CORRIENTE ALTERNA.....								**16.922,73**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 04.03 RED DE TIERRAS								
04.03.01	**ud PICA DE TOMA TIERRA 200/14,3 FE+CU**								
	Pica de acero cobrizado de Diámetro 14 mm y 2 m de longitud. Totalmente instalada.								
	Picas de toma tierra	31				31,00			
							31,00	39,91	1.237,21
04.03.02	**m RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA 35 mm2**								
	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm², uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. Según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.								
		1	317,00			317,00			
							317,00	5,91	1.873,47
04.03.03	**m LATIGUILLO CU 6 mm2**								
	Conductor de cobre unipolar de 6 mm2 con cajas de registro y regletas de conexión incluidas. Según REBT.								
		60	0,50			30,00			
							30,00	3,57	107,10
04.03.04	**m RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA 16 mm2**								
	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 16 mm², uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. Según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.								
		1	82,00			82,00			
							82,00	4,20	344,40
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.03 RED DE TIERRAS.....								**3.562,18**
	TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.....								**25.593,21**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 05 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN								
	SUBCAPÍTULO 05.1 PRESTACIONES								
05.1.1	**ACERA PERIMETRAL EDIFICIO PREFABRICADO**	u							
	Se instalará el acerado perimetral como medida de prevencion ante un fallo a tierra.								
							1,00	523,78	523,78
05.1.2	**ELECTRODO 2 M COMPLETO PUESTA A TIERRA**	u							
	Electrodos de proteccion de puesta a tierra.								
							16,00	32,06	512,96
05.1.3	**ZANJA Y TENDIDO CABLE TIERRA 0,3X0,5 M**	m							
	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados								
							40,00	20,08	803,20
05.1.4	**OBRA CIVIL CS PREFAB.SUPERFICIE 1 TRAFO**	u							
	Estructura necesaria para la instalacion del centro de seccionamiento.								
							1,00	1.029,19	1.029,19
05.1.5	**COLOCACION CELDA MODULAR MT**	u							
	Instalacion de la celda y aparamenta de media tension.								
							4,00	83,53	334,12
05.1.6	**CIRCUITO ALUMBRADO Y PROTECCION CT 1 TRAFO**	u							
	Instalacion del circuito de alumbrado. Incluye toda la aparamenta necesaria para la instalacion del centro de transformacion.								
							2,00	179,47	358,94
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.1 PRESTACIONES.....								**3.562,19**
	SUBCAPÍTULO 05.2 MATERIALES								
05.2.1	**CABLE CU 1X 50 DESNUDO. CL.2**	u							
	Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm² de sección.								
							15,00	6,31	94,65
05.2.2	**CABLE CU RV 0,6/1 KV 1X50 MM2**	u							
	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 50 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluido accesorios y elementos de sujeción.								
							20,00	2,45	49,00
05.2.3	**PFU-5 SUPERFICIE EP24/232**	u							
	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 6080x2380x3045 mm, apto para contener dos transformadores y la aparamenta necesaria. Incluido transporte y descarga. Totalmente montado.								
							1,00	5.608,92	5.608,92
05.2.4	**CELDA 24 kV 1L MANDO MANUAL 400A/16kA EX**	u							
	Aparamenta y celda de media tension que se instalará como proteccion de la linea de media tension. Incluye configuracion de protecciones y puesta en servicio.								
							4,00	685,52	2.742,08

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.2.5	**u CONECTOR ENCH ACODAD 250A 12/20KV 95MM2**								
	Conector separable acodado, para conexión a transformador, equipado con pasatapas enchufables, Elascon MSCE-250A-35-95/24-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 250 A, tensión nominal 24 kV, sección del cable entre 35 y 95 mm², formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, tornillo de fijación para contacto con el conductor, pantalla semiconductora interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductora exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.								
							4,00	34,17	136,68
05.2.6	**u CONECTOR ENCHUF RECTO 250A 12/20KV 95MM2**								
	Conector separable recto, para conexión a transformador,equipado con pasatapas enchufables, Elascon MSCS-250A-35-95/24-T3-P1 "PRYSMIAN", intensidad nominal 250 A, tensión nominal 24 kV, sección del cable entre 35 y 95 mm², formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, pantalla semiconductora interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductora exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra.								
							4,00	31,27	125,08
05.2.7	**u RELÉ MULTIFUNCION 1 CIRCUITOS MT**								
	Conjunto de relés de proteccion de linea de Media Tension								
							1,00	688,80	688,80
05.2.8	**u TRAFO SERVICIOS AUXILIARES**								
	En el presente proyecto el centro de medida constará de una máquina transformadora de 50 kVA de potencia, de llenado integral con pasatapas enchufables, para los servicios auxiliares. El transformador será normalizado tipo TC-50/24/20 B2-K-PE. Se tomará como referencia la norma NI 72.30.00. de la compañia distribuidora i-DE.								
							1,00	3.946,80	3.946,80
05.2.9	**u TRAFO 2,5 MW**								
	La maxima transformadora será de llenado integral con pasatapas enchufables. La refrigeración será por circulación por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma no forzada alrededor de la cuba, corresponde a la denominación ONAN según norma UNE-EN 60076-1.								
							1,00	20.588,76	20.588,76
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.2 MATERIALES.....								**33.980,77**
	TOTAL CAPÍTULO 05 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....								**37.542,96**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 06 SISTEMA DE CCTV Y ANTIINTRUSIÓN								
06.01	**ud SISTEMA CCTV Y ANTIINSTRUSIÓN**								
	Sistema de monitorización de la producción y estado de los componentes del generador fotovoltaico incluyendo instalación de comunicación de datos a servidor y configuración de red de comunicación interna en planta a través de tecnología wireless. Totalmente instalado y funcionando.								
	Sistema de Seguridad	1				1,00			
							1,00	20.863,57	20.863,57
	TOTAL CAPÍTULO 06 SISTEMA DE CCTV Y ANTIINTRUSIÓN								**20.863,57**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 07 CONTROL Y MONITORIZACIÓN								
07.01	**ud CONTROL Y MONITORIZACIÓN**								
	Sistema de monitorización de la producción y estado de los componentes del generador fotovoltaico incluyendo instalación de comunicación de datos a servidor y configuración de red de comunicación interna en planta a través de tecnología wireless. Instalado y funcionando.								
		1				1,00			
							1,00	4.503,22	4.503,22
	TOTAL CAPÍTULO 07 CONTROL Y MONITORIZACIÓN								**4.503,22**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 08 ESTACIÓN METEOROLÓGICA								
08.01	**ud ESTACIÓN METEOROLÓGICA**								
	Suministro e instalación de Estación Meteorológica. Totalmente instalada y funcionando.								
		1				1,00			
							1,00	5.162,34	5.162,34
	TOTAL CAPÍTULO 08 ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....								**5.162,34**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 09 GESTION DE RESIDUOS								
09.01	**ud GESTIÓN DE RESIDUOS**								
	Gestión de residuos de construcción en la obra								
		1				1,000			
							1,00	1.352,15	1.352,15
	TOTAL CAPÍTULO 09 GESTION DE RESIDUOS.....								**1.352,15**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD								
	SUBCAPÍTULO 10.01 EPIS								
09.01.01	**Ud CASCO DE SEGURIDAD**								
	Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.								
	Número de trabajadores	12				12,000			
							12,00	1,15	13,80
09.01.02	**Ud PETO REFLECTANTE BUT./AMAR**								
	Ud. Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE.								
	Número de trabajadores	12				12,000			
							12,00	5,73	68,76
09.01.03	**Ud PAR GUANTES LATEX ANTICORTE**								
	Ud. Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE.								
	Número de trabajadores	12				12,000			
							12,00	1,50	18,00
09.01.04	**Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. PIEL**								
	Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.								
	Número de trabajadores	12				12,000			
							12,00	11,04	132,48
09.01.05	**ud GAFAS MONTURA POLICARBONATO PROTECCIONES LATERALES**								
	Gafas de montura de policarbonato, con protecciones laterales integradas, de polcarbonato anti-rayado para trabajos con riesgos de impactos en ojos, según R.D.1407/1992. Medida la unidad en obra.								
	Número de trabajadores	12				12,00			
							12,00	7,42	89,04
09.01.06	**ud CINTURÓN ANTILUMBAGO**								
	Cinturón antilumbago de hebillas para protección de la zona dorsolumbar fabricado con lona con forro interior y bandas de refuerzos en cuero flor, según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.								
	Número de trabajadores	12				12,00			
							12,00	5,46	65,52
	TOTAL SUBCAPÍTULO 10.01 EPIS.....								**387,60**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 10.02 PROT. COLECTIVAS								
09.02.01	**MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B**								
	Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.								
		1	200,000			200,000			
							200,00	0,56	112,00
09.02.02	**Ud VALLA DE OBRA CON TRÍPODE**								
	Ud. Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)								
		100				100,000			
							100,00	2,60	260,00
09.02.03	**Ud CARTEL INDICAT. RIESGO I/SOPORTE**								
	Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.								
	Señalización de obra	6				6,000			
							6,00	6,65	39,90
								TOTAL SUBCAPÍTULO 10.02 PROT. COLECTIVAS	**411,90**
	SUBCAPÍTULO 10.03 INST. GENERALES								
09.03.01	**UD Botiquín portátil de obra**								
	Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que se especifica en el RD 486/1997								
	Botiquín de obra		1,00						
							1,00	23,80	23,80
								TOTAL SUBCAPÍTULO 10.03 INST. GENERALES	**23,80**
	TOTAL CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD.....								**823,30**
	TOTAL.....								[redacted]

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	ACTUACIONES PREVIAS	2.462,96	0,33
02	OBRA CIVIL	24.361,06	3,23
03	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	631.766,22	83,74
04	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	25.593,21	3,39
05	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	37.542,96	4,98
06	SISTEMA DE CCTV Y ANTIINTRUSIÓN	20.863,57	2,77
07	CONTROL Y MONITORIZACIÓN	4.503,22	0,60
08	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	5.162,34	0,68
09	GESTION DE RESIDUOS	1.352,15	0,18
10	SEGURIDAD Y SALUD	823,30	0,11

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL [redacted]

13,00% Gastos generales..... [redacted]

6,00% Beneficio industrial.....

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA [redacted]

[redacted]

Granada, mayo 2025

[redacted]

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. DISPOSICIONES GENERALES 5

2. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES 5

3. SEGURIDAD EN EL TRABAJO 7

4. SEGURIDAD PÚBLICA..... 7

5. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO..... 8

6. DATOS DE LA OBRA..... 8

7. REPLANTEO DE LA OBRA 8

8. CONDICIONES GENERALES..... 9

9. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN 10

10. ACOPIO DE MATERIALES 10

11. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE 11

12. PLANOS CATÁLOGOS Y MUESTRAS 11

13. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.....12

14. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS. 12

15. PROTECCIÓN. 12

16. LIMPIEZA DE LA OBRA. 13

17. ANDAMIOS Y APAREJOS. 13

18. OBRAS DE ALBAÑILERIA. 13

19. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA. 14

20. RUIDOS Y VIBRACIONES. 14

21. ACCESIBILIDAD. 14

22. CANALIZACIONES. 14

23. MANGUITOS PASAMUROS. 15

24. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO. 15

25. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA. 15

26. CUADROS Y LÍNEAS ELECTRICAS. 16

27. PINTURAS Y COLORES.....16

28. IDENTIFICACIÓN. 16

29. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN. 17

30. PRUEBAS.....17

31. PRUEBAS FINALES. 17

32. RECEPCIÓN PROVISIONAL. 18

33. PERIODOS DE GARANTÍA.....19

34. RECEPCIÓN DEFINITIVA. 19

35. PERMISOS.....19

36. ENTRENAMIENTO.....20

37. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y UTILES ESPECIFICOS. 20

38. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.....20

39. RIESGOS.....20

40. RESCISIÓN DEL CONTRATO. 21

41. PRECIOS. 21

42. PAGO DE OBRAS. 21

43. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.....22

44. DISPOSICIÓN FINAL. 22

44.1. CRITERIOS ECOLÓGICOS. 22

44.2. INFORMACION DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERISTICAS. 23

44.2.1. INFORMACION DE LA HOJA DE DATOS..... 23

44.2.2. INFORMACION DE LA PLACA DE CARACTERISTICAS. 24

45. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS DE FV DE GENERACIÓN24

45.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM) 24

45.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO 26

45.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA..... 26

45.4. INTERFAZ CC/CC..... 27

46. ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS. 29

46.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA. 29

46.2. ENSAYO DE CORROSION POR NIEBLA SALINA. 29

46.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO. 29

47. ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.....29

47.1. LA ESTRUCTURA SOPORTE..... 30

47.2. MONTAJE SOBRE SUELO. 32

47.3. MONTAJE SOBRE CUBIERTA. 34

48. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS. 34

48.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO. 35

48.2. CONEXIONADO Y ENSABLADO DE MÓDULOS. 35

48.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS A LA ESTRUCTURA. 36

49. INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES. 36

50. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA: 37

50.1. GENERALIDADES. 37

50.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO. 37

1. DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

2. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- 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.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- 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 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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.

- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

4. SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

5. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

6. DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

7. REPLANTEO DE LA OBRA

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

8. CONDICIONES GENERALES

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, subsistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.
- La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.

b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.

c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

9. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje de salas de máquinas.
- Montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

10. ACOPIO DE MATERIALES

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

11. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

12. PLANOS CATÁLOGOS Y MUESTRAS

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

13. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

14. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

15. PROTECCIÓN.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

16. LIMPIEZA DE LA OBRA.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de estructuras, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

17. ANDAMIOS Y APAREJOS.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como paneles fotovoltaicos, centros de inversores, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

18. OBRAS DE ALBAÑILERIA.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, pinturas, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

19. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

20. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

21. ACCESIBILIDAD.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir equipos, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, elementos de control, etc.

22. CANALIZACIONES.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

23. MANGUITOS PASAMUROS.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

24. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodetes de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

25. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

26. CUADROS Y LÍNEAS ELECTRICAS.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

27. PINTURAS Y COLORES.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

28. IDENTIFICACIÓN.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

29. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

30. PRUEBAS.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

31. PRUEBAS FINALES.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

32. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

33. PERIODOS DE GARANTÍA.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 8 años.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se deberá incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

34. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

35. PERMISOS.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

36. ENTRENAMIENTO.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

37. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y UTILES ESPECIFICOS.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

38. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

39. RIESGOS.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

40. RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

41. PRECIOS.

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales, multiplicados por los precios unitarios deberán coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

42. PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

43. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

44. DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Condiciones de la Instalación fotovoltaica:

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

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.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del +- 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

44.1. CRITERIOS ECOLÓGICOS.

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

Criterios ecológicos.

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados

- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución de los productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- Envase: Ley 11/1997.

Requisitos de aptitud para el empleo.

- Marcado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

44.2. INFORMACION DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERISTICAS.

44.2.1. INFORMACION DE LA HOJA DE DATOS.

Certificados.

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos.

Material constructivo.

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes.

- Tipo de célula.
- Marco.
- Cubierta frontal.

Funcionamiento eléctrico.

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m2, 25 +-2 ºC, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (Pmax).
- Corriente de cortocircuito (Isc).
- Tensión en circuito abierto (Voc).
- Tensión en el punto de máxima potencia (Vmpp).

Características generales.

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- Espesor total del módulo fotovoltaico.
- Peso.

Características térmicas.

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

Clasificación de potencia y tolerancias de producción.

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

44.2.2. **INFORMACION DE LA PLACA DE CARACTERISTICAS.**

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- Pmax +- tolerancias de producción, Isc, Voc y Vmpp (todos los valores en las STC).

45. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS DE FV DE GENERACIÓN

45.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM)

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesado, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador cc.
- Interfaz de carga cc/cc.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.
- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia cc.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.
- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.
- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

45.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

- El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:
- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

45.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.

- Variaciones dinámicas.

- Condiciones de salida.

Tensión e intensidad.

- Tolerancia en la tensión de salida.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- Rendimiento del acondicionador cc.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

45.4. INTERFAZ CC/CC.

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc.

La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión cc/cc.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:

Puesta a tierra.

- Protección contra rayos.
- Regulador de tensión.
- Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
- Tensión e intensidad.
  - Tolerancia en la tensión de salida.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
- Rendimiento de la interfaz.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

46. ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

46.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 mm y 400 mm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

46.2. ENSAYO DE CORROSION POR NIEBLA SALINA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2000.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

46.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según UNE-EN 61721:2000.

Montaje de la Instalación fotovoltaica

47. ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible

ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).
- Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.
- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que, aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de los posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc, que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

47.1. LA ESTRUCTURA SOPORTE.

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

- Actuar de armazón para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.
- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.

- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.

La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de la misma.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión.

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

47.2. MONTAJE SOBRE SUELO.

Podrán utilizarse dos tipos de estructuras diferentes: las de único apoyo, en las que un poste metálico o mástil sostiene a los paneles y los soportes de entramado longitudinales (rastrales o racks).

También será utilizado el sistema de poste en el caso de estructuras dotadas de algún mecanismo de movimiento (sistemas de seguimiento solar) para conseguir que los paneles sigan lo mejor posible el curso del sol y obtener así una apreciable ganancia neta de energía en comparación con los sistemas estáticos. Este tipo de estructuras vendrán prefabricadas y con instrucciones de montaje muy precisas.

El proceso de montaje se podrá dividir en las siguientes etapas:

Preparación del terreno:

- La cimentación de la estructura, bien sea por medio de zapatas aisladas, peana corrida o losa, exigirá una excavación de profundidad suficiente, debiendo ser las dimensiones del hueco tanto mayores cuanto más blando sea el terreno.
- El hueco será un paralepípedo rectangular, es decir, sus caras laterales serán verticales y formando ángulos rectos, y la base quedarán perfectamente horizontal, limpiando y compactando si fuese necesario. Tendrá la orientación adecuada para que a su vez la estructura quede correctamente orientada, debiéndose tener esto muy presente antes de comenzar las excavaciones.
- La estructura también puede ir directamente hincada sobre el terreno.

Preparación del hormigón:

Si no se utiliza un hormigón preparado, que se vierta directamente desde el camión-hormigonera en los pozos, la labor de dosificación y preparación de los morteros y hormigones deberá encomendarse a un albañil con experiencia es estas tareas.

El cemento, que deberá ser de la categoría adecuada a la normativa vigente, se presenta frecuentemente en sacos de 50 kg, que en volumen ocupan aproximadamente unos 33 litros.

Eligiendo una dosificación volumétrica de cemento-arena-grava igual a 1:2:4, y teniendo en cuenta que el material sólido necesario para conseguir un m3 de hormigón ocupa 1450 l, se necesitarían:

- 205 litros de cemento.
- 415 litros de arena.
- 830 litros de grava.

En cuanto a la cantidad de agua a añadir, en teoría un hormigón es más resistente cuanto menos agua lleve, pero en la práctica, para que el mismo sea manejable y fácil de trabajar, se requerirán al menos 50 ó 55 litros de agua por cada dos sacos de cemento (100 kg).

Si, por ejemplo, se dispone de una hormigonera en obra que en cada amasada puede proporcionar 1/4 de m3 de hormigón, se deberá llenar a razón de una palada de cemento por cada dos de arena y cuatro de grava (sin olvidar también el agua) hasta rebosar.

Si las cargas o la naturaleza del terreno lo requieren, puede ser aconsejable preparar también una primera capa de hormigón, llamada también de "limpieza", que será la que se vierta primero y que tendrá entre 10 cm y 20 cm de espesor, sobre la cual se podrá disponer horizontalmente una armadura o entramado reticulado de barras corrugadas que aumentarán la resistencia de la zapata.

Ejecución de la cimentación:

Se podrán utilizar dos técnicas diferentes. La primera, y habitual, consistirá en, una vez realizada la excavación, encofrar para poder conformar la peana o base exterior, posicionar los pernos, mediante una plantilla a propósito o con listones de madera colocados a la distancia precisa y, habiendo comprobado que las posiciones de los pernos son las correctas, proceder con cuidado al vertido del hormigón, evitando que se mueva la plantilla y los pernos, y esperar a que éste fragüe.

La segunda consistirá en encofrar y hormigonar primero y, una vez fraguado el hormigón en todas las cimentaciones, marcar la situación de los orificios donde irán los pernos, mediante una plantilla que debe ser una réplica exacta de las bases de la estructura, y proceder al taladrado del hormigón con el diámetro y profundidad adecuados. A continuación, se verterá sobre los orificios así dispuestos un mortero fino o un preparado comercial adecuado para lograr una buena adherencia, e inmediatamente se introducirán los pernos montados en su correspondiente plantilla. Estos deberán quedar perfectamente perpendiculares y, como en el caso anterior, sobresaliendo en la cantidad necesaria para tener en cuenta el grosor tanto de la chapa base de la estructura como de la capa de nivelación que, en su caso, fuese preciso efectuar.

Tanto en uno u otro caso será conveniente que los cables que transportan la energía eléctrica desde los paneles queden lo más ocultos y protegidos posible, para lo cual habrá que prever una canalización dentro de la propia zapata y una salida lateral en la misma. Esto se logrará introduciendo un tubo de diámetro adecuado en el agujero de la excavación antes de verter en éste el hormigón. Dicho tubo deberá sobresalir al menos medio metro en cada extremo. Si se utiliza una plantilla con orificio central, uno de los extremos del tubo saldrá precisamente por dicho orificio. La plantilla quedará siempre a unos 5 cm, aproximadamente, sobre la superficie.

Es una buena práctica soldar los extremos inferiores de los espárragos a un perfil en L, a fin de aumentar la rigidez del conjunto.

Una vez haya fraguado el hormigón, hay que proceder a la operación de reglaje de la plantilla, que consistirá en asegurarse de que ésta queda perfectamente horizontal.

Actuando sobre las tuercas de nivelación, situadas inmediatamente debajo de la plantilla (conviene que lleven una arandela), se logrará que ésta quede perfectamente horizontal.

A continuación, y después de untar con aceite mineral la parte inferior de la plantilla a fin de evitar que se adhiera el mortero (llamado mortero de reglaje) que hay que introducir bajo la placa, se preparará una mezcla de cemento y arena que constituirá el mortero de alta resistencia que hay que introducir (aprovechando el agujero central de la plantilla) hasta rellenar perfectamente el hueco, de un 5 cm de altura, que debe existir entre la parte inferior de la plantilla y la superficie el hormigón.

Una vez vertido el mortero de reglaje y cuando rebose por los cuatro lados de la plantilla, se alisará con ayuda de la espátula sus zonas visibles, dejándolas con un ángulo de unos 45º.

Cuando el mortero haya fraguado, se retira la chapa de la plantilla, quedando así la cimentación lista para recibir a la estructura metálica.

Anclaje de la estructura:

Es preferible que la mayoría de las operaciones puedan realizarse en taller (soldadura de perfiles, etc), aunque por otra parte el traslado de la estructura requerirá medios mecánicos de mayor envergadura.

Situada la estructura (o los pilares de la misma, según el método que se haya elegido) junto a las zapatas de apoyo ya preparadas, se montarán los pilares sobres las mismas, generalmente con ayuda de una grúa, encajando los espárragos en los correspondientes orificios de la base del pilar (que tendrá la misma geometría que la plantilla antes usada).

Una vez colocadas las arandelas, tuercas y contratuercas, se procederá a su apriete, efectuando éste en dos pasadas, a fin de no crear tensiones desiguales.

En el caso de que la estructura lleve puesta a tierra (la cual se deberá haber previsto dejando un agujero para el conductor de tierra en la zapata elegida para ello), podrá usarse una pletina independiente que se habrá alojado en cualquiera de los pernos de anclaje y a la cual se conectará el conductor de tierra que llegará hasta el extremo superior de la pica.

Terminación de la estructura:

Una vez anclada y asegurada, se completan aquellas partes de la estructura que todavía estuviesen sin montar, de acuerdo con las guías de montaje que siempre deberá proveer a tal efecto el suministrador de la estructura o el encargado de su diseño.

Será preferible que los módulos estén ya pre-ensamblados en grupos antes de ponerlos en la estructura.

47.3. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.

Tanto la propia cubierta, bien sea ésta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si la resistencia de la misma lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

48. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexionado y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

48.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalizar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.
- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

48.2. CONEXIONADO Y ENSABLADO DE MÓDULOS.

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado, asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexionado.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

48.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS A LA ESTRUCTURA.

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

49. INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

Según UNE-EN 61173:1998 se podrán adoptar cualquiera de los tres métodos siguientes:

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc).
- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.
- Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.
- La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.

- Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualquiera de los siguientes métodos (según UNE-EN 61173:1998):

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.
- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

50. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA:

50.1. GENERALIDADES.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

50.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Se realizarán dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El plan de mantenimiento preventivo engloba las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deberán permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

- La visita a la instalación en los plazos siguientes:
- Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
- Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento deberá realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.

- Comprobación del estado de los módulos. Situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Granada, mayo de 2025

Greening concesiones

PROYECTO DE EJECUCIÓN

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

POTENCIA DISEÑADA

2 MW

DOCUMENTO 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. PROMOTOR 7

2. DATOS DEL PROYECTISTA 7

3. OBJETO 7

4. EMPLAZAMIENTO 8

4.1. CENTRO ASISTENCIAL SANITARIO MÁS PRÓXIMO 8

4.2. HOSPITAL MÁS PRÓXIMO 8

5. CLASIFICACIÓN DE LA OBRA SEGÚN EL R.D. 1627/97 9

6. UNIDADES QUE COMPONEN LA OBRA 9

7. EQUIPOS TÉCNICOS 10

8. MEDIOS AUXILIARES 10

9. RIESGOS INHERENTES EN LAS OBRAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN 10

9.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES 11

10. SERVICIOS SANITARIOS 11

11. SERVICIOS HIGIÉNICOS 12

12. PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA 12

13. PLAN DE EMERGENCIAS 13

14. UNIDADES CONSTRUCTIVAS 14

14.1. TRABAJOS DE REPLANTEO TOPOGRÁFICO 14

14.1.1. OBJETO 14

14.1.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 14

14.2. TORCEDURAS Y ESGUINCES. 14

14.2.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RECOMENDADOS 14

14.2.2. PROTECCIONES COLECTIVAS 15

14.2.3. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 15

14.3. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO 15

14.3.1. OBJETO 15

14.3.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 15

14.3.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. 16
14.3.4. PROTECCIONES COLECTIVAS 16
14.3.5. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 16
14.4. EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y POZOS 17
14.4.1. OBJETO 17
14.4.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD. 17
14.4.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. 18
14.4.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 18
14.4.5. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 18
14.5. RELLENOS Y COMPACTADO 19
14.5.1. OBJETO 19
14.5.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 19
14.5.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 20
14.5.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 20
14.5.5. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 20
14.6. ESTRUCTURA METÁLICA 21
14.6.1. OBJETO 21
14.6.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 21
14.6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RECOMENDADOS. 21
14.6.4. PROTECCIONES COLECTIVAS. 22
14.6.5. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 22
14.7. ZAPATAS Y MUROS DE HORMIGÓN ARMADO 22
14.7.1. OBJETO 22
14.7.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 22
14.7.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RECOMENDADOS 23
14.7.4. PROTECCIONES COLECTIVAS 24
14.8. ARMADO DE APOYOS Y TENDIDO DE CONDUCTORES 25
14.8.1. OBJETO 25
14.8.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 25
14.8.3. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 26

14.9. CONEXIONADO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS 27

14.9.1. OBJETO 27

14.9.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 27

14.9.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 28

14.9.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 28

14.10. CONTACTOS ELÉCTRICOS 29

14.10.1. OBJETO 29

15. EQUIPOS TÉCNICOS. 31

15.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS 31

15.1.1. OBJETO 31

15.1.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 31

15.1.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 32

15.1.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 33

15.1.5. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 33

15.2. MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE 35

15.2.1. OBJETO 35

15.2.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD 35

15.2.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 36

15.2.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 36

15.2.5. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 36

15.3. ELEMENTOS DE IZADO 40

15.3.1. OBJETO 40

15.3.2. RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD 40

15.3.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 40

15.3.4. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 41

15.4. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS. 41

15.4.1. OBJETO 41

15.4.2. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 41

16. MEDIOS AUXILIARES 43

16.1. ESCALERAS DE MANO 43

16.1.1. OBJETO 43

16.1.2. RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD 43

16.1.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 43

16.1.4. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 43

17. RIESGOS INHERENTES 45

17.1. CAÍDAS EN ALTURA 45

18.1.1. 45

17.1.1. RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD 45

17.1.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 45

17.1.3. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 46

17.2. TRABAJOS SUPERPUESTOS 47

17.2.1. OBJETO 47

17.2.2. RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD 47

17.2.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 48

17.3. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS 49

17.3.1. OBJETO 49

17.3.2. RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD 49

17.3.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 49

17.3.4. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 49

17.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN TRABAJOS ELÉCTRICOS 52

17.4.1. OBJETO 52

17.4.2. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 52

17.5. ORDEN Y LIMPIEZA 56

17.5.1. OBJETO 56

17.5.2. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD 56

17.6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN 58

17.6.1. OBJETO 58

17.6.2. EQUIPOS DE PROTECCIONES PERSONALES 58

18. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN 60

18.1. APLICACIÓN DE LA LEY 32/2007 REGULADORA DE LA SUBCONTRATACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN 73

19. PLIEGO DE CONDICIONES 75

19.1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES..... 75

19.1.1. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD..... 75

19.2. ÍNDICE DE SINIESTRALIDAD 75

19.3. PROTECCION MEDIAMBIENTAL 79

19.4. SEGUROS..... 79

19.5. LIBRO DE INCIDENCIAS..... 79

19.6. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ÁREAS AUXILIARES DE OBRA..... 80

19.7. EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS..... 86

19.8. VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS 87

19.9. FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD 88

19.10. INSTRUCCIONES GRÁFICAS..... 89

1. PROMOTOR

Promotor: GRANATA GREEN FV I S.L.

CIF:

Persona de contacto:

Dirección:

2. DATOS DEL PROYECTISTA

Proyectista:

Titulación:

Empresa:

Dirección:

CIF:

3. OBJETO

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es reflejar las disposiciones de seguridad y salud a tener en cuenta en el proyecto del Parque Solar Fotovoltaico Torrejón de Velasco.

El presente Estudio de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el Art. 7 del citado Real Decreto, el objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

4. EMPLAZAMIENTO

El parque solar fotovoltaico, se construirá ocupando la siguiente parcela, cuyos datos catastrales son los siguientes:

Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Ref. Catastral
Madrid	Torrejón de Velasco	15	82	28150A015000820000HS

Las coordenadas (UTM ETRS 1989) que corresponden con el centro geométrico de la implantación son las siguientes:

- X: 434.204,64 Huso 30
- Y: 4.447.263,04 Huso 30

La superficie total de la parcela dónde se ubica la implantación es de 4,03 ha, aunque teniendo en cuenta el vallado perimetral, la superficie ocupada de la planta será aproximadamente 3,06 ha.

Superficie (m^2)	S_{ocu}(m^2)	Perim. vall. (m)	Ocup. (%)
40.321	**30.265**	**962**	**75,06 %**

4.1. CENTRO ASISTENCIAL SANITARIO MÁS PRÓXIMO

Consultorio Local Torrejón de Velasco

Municipio: Torrejón de Velasco

Provincia: Madrid

Código postal: 28990

Tipo de centro: Centro Salud

Teléfono provincial: 918 16 16 10

4.2. HOSPITAL MÁS PRÓXIMO

Hospital Infanta Cristina

Municipio: Torrejón de Velasco

Provincia: Torrejón de Velasco

Código postal: 28981

Teléfono provincial: 911 91 30 00

5. CLASIFICACIÓN DE LA OBRA SEGÚN EL R.D. 1627/97

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales determina las garantías y responsabilidades necesarias para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. Los aspectos técnicos de las medidas preventivas se establecen a través de normas técnicas complementarias. Entre estas normas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y salud en las obras de construcción como es el R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

En las obras de construcción intervienen personas que hasta hoy no han tenido reguladas medidas de prevención, así este R.D. 1627/97 se ocupa de las obligaciones en materia de seguridad del promotor, del proyectista, del contratista y de los trabajadores autónomos, muy habituales en este tipo de obras, así como de los trámites y documentos necesarios para garantizar esta seguridad.

Según este R.D. 1627/97 se distingue las obras de construcción principalmente por su tamaño en la ejecución, que implica a mayor obra mayor presupuesto y más necesidad de trabajadores en la obra, por lo cual es necesaria describir más ampliamente las medidas técnicas de prevención de riesgos a tomar.

Por esta razón se clasifican las obras según unos supuestos, que en el caso de cumplirse se hace necesario un Estudio de Seguridad y Salud y en el caso de que las características de la obra no cumplan ningún supuesto se presenta un Estudio Abreviado de Seguridad, más simple debido al menor número de riesgos evitables en esa obra.

Este Estudio de Seguridad y Salud tiene por finalidad dar cumplimiento al artículo 4 del R.D. 1627/1997 apartado 1.

6. UNIDADES QUE COMPONEN LA OBRA

Para la realización del presente proyecto de ejecución de obra se tendrán en cuenta las siguientes unidades constructivas:

1. Trabajos de replanteo topográfico
2. Desbroce y limpieza del terreno
3. Excavación de zanjas y pozos.
4. Rellenos y compactado.
5. Estructura Metálica.
6. Zapatas y muros de hormigón armado.
7. Armado de apoyo y tendido de conductores.
8. Conexionado de instalaciones eléctricas.
9. Contactos eléctricos.

En el Punto 15 se incluyen todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para las distintas unidades constructivas que van a componer la ejecución de las obras. También se recogen los Riesgos

Asociados a cada actividad con su correspondiente Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos y las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada unidad constructiva.

7. EQUIPOS TÉCNICOS

Para la ejecución de las obras, se prevé que se utilicen los siguientes equipos técnicos:

1. Maquinaria de movimiento de tierras.
2. Maquinaria de elevación y transporte.
3. Elementos de izado.
4. Herramientas Eléctricas.

Se incluyen en el Punto 16 todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para los distintos equipos técnicos utilizados en la ejecución de las obras. También se podrán encontrar los Riesgos Asociados a cada actividad con su correspondiente Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos, así como las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada equipo técnico.

8. MEDIOS AUXILIARES

Escaleras de mano

En el Punto 17 se incluyen todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para los distintos medios auxiliares utilizados en la ejecución de las obras, identificados anteriormente. Del mismo modo, se podrán encontrar los Riesgos Asociados a cada actividad con su correspondiente Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos y las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada medio auxiliar.

9. RIESGOS INHERENTES EN LAS OBRAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- Debido al desarrollo normal de los trabajos de ejecución de las obras recogidas en el proyecto de ejecución, se contará con los riesgos que a continuación se exponen:
- Caídas en altura
- Trabajos superpuestos
- Manipulación manual de cargas
- Medidas de Prevención en Trabajos Eléctricos

Para dichos riesgos se especifican las siguientes recomendaciones:

- Orden y limpieza
- Protecciones colectivas

En el Punto 18 se incluyen las recomendaciones de seguridad para diversos riesgos cuya presencia suele resultar habitual en cualquier ejecución de obra, así como las Instrucciones de Operatividad para las recomendaciones anteriormente indicadas.

Además de estos riesgos y debido a las peculiares características de las instalaciones donde se van a realizar los trabajos, también estarán presentes los siguientes riesgos:

9.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES

Se exponen a continuación los riesgos excepcionales que pueden ser evitados gracias a unas medidas de prevención oportunas:

1. Riesgos derivados de la rotura de instalaciones eléctricas existentes
2. Riesgos derivados de contactos accidentales con instalaciones eléctricas, tanto aéreas como subterráneas.
3. Riesgos modificados por la presencia de electricidad.
4. Riesgos derivados de la rotura de instalaciones de agua existentes.
5. Riesgos modificados por la presencia de agua.
6. Riesgos derivados de la rotura de instalaciones de gas existentes.
7. Riesgos modificados por la presencia de gas.
8. Riesgos derivados de la realización de diversos trabajos en circunstancias climáticas desfavorables.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc., y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

Se establecerá un programa de trabajos claro que facilite un movimiento ordenado en el lugar de los mismos de personal, medios auxiliares y materiales.

10. SERVICIOS SANITARIOS

Según el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, "Deberán adaptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina".

Además, aquellos centros de trabajos que cuenten con más de 250 trabajadores deberán disponer de un D.U.E al frente del local de primeros auxilios.

Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un transporte rápido de los posibles accidentados.

11. SERVICIOS HIGIÉNICOS

Los servicios higiénicos y locales de descanso deberán cumplir las disposiciones mínimas exigidas en el anexo 4 del R.D. 1627/97 en sus puntos 15 y 16., así como los reflejados en el anexo V del R.D. 486/97.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente. Se puede considerar la instalación de los llamados W.C químicos, idóneos para zonas aisladas sin posibilidad de evacuación a alcantarillado.

12. PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA

Con objeto de dar cumplimiento a lo especificado en el artículo segundo del R.D. 604/2006, sobre la presencia de recursos preventivos del contratista en las obras de construcción, se indica de forma genérica, tal y como establece en la disposición tradicional decimocuarta de la Ley 31/1995 (añadida por la Ley 54/2003), los supuestos en los que dicha presencia será obligatoria (Anexo II RD 1627/1997):

“Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores”

Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.

Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.

Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.

Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.

Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.

Trabajos que impliquen el uso de explosivos.

Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.”

Con respecto a los trabajos que se tienen que realizar en obra, en los únicos puntos en el que sería aplicable la presencia de recursos preventivos sería en:

Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.

Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

En concreto en las operaciones en las que existan riesgos especialmente graves de caída de altura, como son los trabajos en los que el uso de arnés anticaídas se haga necesario por no poder disponer de protecciones colectivas durante su ejecución.

En la ejecución de los trabajos indicados, se contará con la presencia de recursos preventivos designados por la obra, que contarán con una formación básica en materia de seguridad y salud de 60 horas.

Se entiende en todo caso, que el recurso preventivo deberá estar presente siempre que no se puedan adoptar en obra medidas bien organizativas (cambio de forma ejecución de los trabajos, etc.) o de seguridad (colocación de barandillas de protección, redes horizontales o verticales, o cualquier otro sistema de protección colectiva), que haga que el riesgo se encuentre controlado.

13. PLAN DE EMERGENCIAS

El Plan de emergencia a elaborar por el contratista principal, debe definir la actuación del personal que se encuentre trabajando, ante situaciones de urgencia originadas por sucesos no deseados con el fin de:

1. Proteger a los trabajadores y a personas ajenas a la obra
2. Asegurar la coordinación del personal de obra con las Autoridades.
3. Evitar o minimizar daños en la construcción

El Plan de emergencia se encontrará disponible en todo momento en la obra para información y consulta de los trabajadores

El Plan de Emergencia se podrá modificar por el contratista principal con aprobación expresa de la Dirección facultativa de la obra.

El plan de emergencia, será de obligado cumplimiento para todo su personal, así como el de los subcontratistas asociados, que se encontrará dentro del Plan de Seguridad y Salud de la obra.

14. UNIDADES CONSTRUCTIVAS

14.1. TRABAJOS DE REPLANTEO TOPOGRÁFICO

14.1.1. OBJETO

En esta fase, los trabajos a realizar comprenden el replanteo de toda la zona donde se van a realizar los trabajos de construcción y donde se van a ubicar los servicios y zonas de acopio y almacenamiento de materiales. También se incluyen los accesos a la zona de obra.

14.1.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

1. Caídas al mismo nivel.
2. Caídas a distinto nivel.
3. Golpes con objetos y herramientas.
4. Heridas punzantes.
5. Picaduras de insectos.
6. Ataques de animales.
7. Exposición a ambientes climatológicos adversos frío / calor.
8. Atropellos.
9. Los riesgos derivados del terreno en el que se actúe.

14.2. TORCEDURAS Y ESGUINCES.

14.2.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RECOMENDADOS

Todo el personal utilizará:

1. Casco de seguridad
2. Mono de trabajo
3. Calzado de seguridad.
4. Guantes.
5. Chaleco reflectante.

El personal dispondrá de elementos de abrigo eficaces frente al frío y la lluvia, (anoraks, chubasqueros etc.).

Si se han de realizar trabajos en presencia de agua, charcos etc. se dotará a los peones que lo necesiten de botas de agua.

Siempre que se trabaje en la zona de afección de una vía abierta al tráfico se utilizará peto o mono reflectante de alta visibilidad.

En los trabajos de clava de picas, bases etc, se dotará a los trabajadores de guantes de serraje.

En aquellos replanteos en los que se utilice yeso para marcar, se utilizarán guantes de goma para evitar afecciones de la piel.

Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

14.2.2. **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Existirá un medio de comunicación eficiente (radioteléfono, emisoras, teléfono móvil etc.) entre el operador del aparato topográfico o jefe de equipo y los peones destacados a una distancia lejana.

Los trabajos se realizarán con iluminación natural suficiente.

Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

Se dispondrá de señalización interior de obra para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones en la zona de obra donde se realizan los trabajos.

14.2.3. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Si es necesario cortar las estacas, se utilizará una sierra de mano en una mesa de corte, preferiblemente utilizada por dos personas. Si la estaca ya está clavada, la sierra la manejará una única persona.

Cuando haya que adentrarse en maleza o en vegetación intensa se procederá a cerrar las mangas y las perneras de la ropa de trabajo, a fin de evitar raspones, cortes o picaduras.

No se levantarán piedras salvo las que sea imprescindible, y tomando precauciones.

No se utilizarán los sprays de pintura para marcar sin antes haber leído las instrucciones del fabricante. Nunca se inhalarán estos vapores ni se rociará la piel de personas con la pintura.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección como trajes de agua, gafas antiproyecciones y anti impactos, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual, estarán homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

14.3. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

14.3.1. **OBJETO**

Este procedimiento consiste en extraer y retirar de las zonas afectadas por la obra todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable.

Incluye la deforestación, destoconado, corte y limpieza de troncos, traslado y acopio de éstos, y cualesquiera otras operaciones precisas

14.3.2. **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

1. Caídas al mismo y a distinto nivel.
2. Caída de objetos.
3. Atropellos y colisiones.

4. Aplastamientos.
5. Vuelcos de maquinaria.
6. Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
7. Golpes y cortes por objetos o herramientas.
8. Polvo.
9. Sobreesfuerzos y lesiones internas por vibraciones.
10. Ruido.
11. Proyección de partículas.
12. Electrocuciones.
13. Incendios.
14. Accidentes causados por seres vivos: picaduras de insectos, mordeduras.

14.3.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

1. Casco de seguridad.
2. Ropa de trabajo.
3. Calzado de seguridad.
4. Chaleco reflectante.

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina utilizarán casco de seguridad y chaleco reflectante.

En caso de formación de polvo se utilizarán mascarillas antipolvo.

Los operarios que deban permanecer o desplazarse a través de las zonas de movimiento de vehículos y maquinaria utilizarán de forma obligatoria chalecos reflectantes.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como guantes, protectores auditivos, etc., se dotará a los trabajadores de los mismos.

14.3.4. **PROTECCIONES COLECTIVAS**

La maquinaria a emplear en la ejecución de los trabajos dispondrá de señalización acústica de marcha atrás.

Se prohibirá la presencia o permanencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas y vehículos de transporte.

Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

14.3.5. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

En las operaciones de carga de los vehículos no se circulará por el lado opuesto al que se realiza la carga.

En la ejecución de las operaciones de retirada de tierras acopiadas en montículos de altura considerable (altura superior a la de la máquina que realice los trabajos), se evitará socavar la base de los montículos con el objeto

de evitar el riesgo de sepultamiento por desprendimiento de la parte superior del montículo sobre las máquinas.

En caso de concentración de personas se acompañará la marcha atrás de los vehículos con señales acústicas, siendo conveniente que ésta sea dirigida por un operario que se situará en el costado izquierdo del vehículo.

Antes de la salida de la obra los vehículos cargados se comprobarán el estado de la carga, eliminando aquellos materiales que pudieran caer durante el trayecto. La carga se cubrirá con una lona para evitar caída de materiales.

No se permitirá a los trabajadores permanecer dentro del radio de acción de las máquinas.

No se transportará a personas en vehículos y máquinas, excepto en aquellas que tengan asiento para acompañante.

Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo para evitar colisiones.

En zona de producción de polvo, se regará para evitarlo, siempre que sea posible.

Cualquiera que sea la manipulación a efectuar en máquinas o en vehículos de obra, se hará con ésta parada y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada.

14.4. EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y POZOS

14.4.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos en zanjas y pozos.

14.4.2. **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD.**

1. Desprendimientos de tierras.
2. Caídas de materiales al interior de las zanjas y pozos por desplome o derrumbamiento.
3. Caídas al mismo y a distinto nivel.
4. Caídas de objeto por manipulación
5. Sepultamiento.
6. Aplastamientos y golpes con objetos.
7. Atrapamientos de personas por maquinaria.
8. Atropellos, colisiones y vuelcos de la maquinaría.
9. Interferencia de conducciones enterradas.
10. Inundaciones.
11. Sobreesfuerzos.
12. Electrocuciones.

13. Polvo.
14. Ruido.
15. Proyección de fragmentos o partículas.

14.4.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

1. Casco de seguridad
2. Mono de trabajo
3. Calzado de seguridad.
4. Arnés y cuerda de seguridad

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante, y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina usarán casco de seguridad.

Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como mascarillas, botas de agua, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual, serán los homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

14.4.4. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

Siempre que se prevea circulación de personas en las proximidades de las zanjas o pozos se señalizarán con cinta de plástico bicolor o malla plástica naranja sobre redondos metálica y se dispondrá de cartel indicativo. Si la zanja o pozo tuviera más de 2,00 metros de profundidad, se protegerán con barandillas los bordes de excavación.

Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, señalizando el paso de vehículos y personas.

Los productos procedentes de la excavación se acopiarán a un único lado de la zanja manteniendo una distancia de seguridad nunca inferior a 2 metros y dejando el otro lado libre para accesos en condiciones aceptables de orden y limpieza.

Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

Se evitará sobrecargar las cabezas de las excavaciones con acopios de materiales

14.4.5. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos y/o de sus características, cursos de agua subterránea, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra, al menos en ese tajo, y se comunicará a la Dirección Técnica.

Antes de bajar el personal a zanjas donde puedan existir gases, se reconocerá el tajo por persona responsable.

Se prohibirá el acopio de las tierras procedentes de la excavación sobrecargando las cabezas de los taludes de las zanjas y pozos a ejecutar.

Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte, y no podrá utilizarse en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.

En zanjas y pozos profundos donde el operario de la máquina no vea el fondo de los mismos, la operación estará dirigida por un solo ayudante que permanecerá fuera del radio de acción de la máquina.

Cuando las zanjas tengan una profundidad superior a 1,50 metros, se dispondrán escaleras de mano cada 15,00 metros en los lugares en que se esté trabajando, para facilitar el acceso y la salida a la misma. Esta sobrepasará 1,00 metro el borde de la zanja.

La anchura de la zanja será tal que permita la ejecución de los trabajos y cumplirá lo establecido en éste sentido en el Proyecto de Ejecución de la obra y de acuerdo con las instrucciones de la Dirección Facultativa.

La maquinaria contará con señal acústica de marcha atrás. En caso de concentración de personas, es conveniente que la marcha atrás sea dirigida por un operario, que se situará en el costado izquierdo de la máquina.

Está totalmente prohibido transportar personas en vehículos excepto en aquellos que tengan asiento para acompañante.

Siempre que no se pueda dar un talud estable a las zanjas se entibarán.

Cuando las condiciones del terreno no permitan la permanencia de personal dentro de la zanja antes de su entibado, será obligatorio hacer éste desde el exterior de la misma. Se emplearán dispositivos que colocados desde el exterior, protejan al personal que posteriormente descenderá a la zanja.

Las paredes a entibar serán verticales. La entibación debe adherirse perfectamente al terreno, rellenando el trasdós si fuera necesario.

Las entibaciones sobresaldrán 0,30 metros de las zanjas o pozos de forma que impida la caída de pequeño material al fondo de la misma.

La entibación no se retirará hasta la total terminación de los trabajos.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para la correcta ejecución de los trabajos, se iluminarán éstos conforme a lo indicado en la legislación vigente.

14.5. RELLENOS Y COMPACTADO

14.5.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos en relleno y compactado.

14.5.2. **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

1. Atropellos de personas.
2. Aplastamientos.
3. Vuelcos de maquinaria.

4. Caídas al mismo y a distinto nivel.
5. Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
6. Colisión de vehículos.
7. Electrocuciones y quemaduras.
8. Ruido.

14.5.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

1. Casco de seguridad
2. Mono de trabajo
3. Calzado de seguridad

Los maquinistas utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario.

En caso de formación de polvo se utilizarán mascarillas antipolvo.

Los trabajadores que estén en el entorno de las máquinas deben utilizar chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como protectores auditivos, guantes, etc., se dotará a los trabajadores de los mismos.

14.5.4. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

En todo momento se mantendrá las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas, si fuese preciso hacer trabajos nocturnos.

Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvo.

Se señalizarán oportunamente los accesos y recorridos de vehículos.

Cuando sea obligado el tráfico rodado por zonas de trabajo, éstas se delimitarán convenientemente, indicándose los distintos riesgos con las correspondientes señales de tráfico y de seguridad.

Los accesos a la vía pública contarán con señales triangulares de peligro indefinido con placas con la inscripción "salida de camiones"

14.5.5. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

No se permitirá a los trabajadores permanecer dentro del radio de acción de las máquinas.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Toda la maquinaria contará con señal acústica de marcha atrás.

Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo para evitar colisiones. Existirá en la obra una zona para el aparcamiento.

Cualquiera que sea la manipulación a efectuar en máquinas o en vehículos de obra, se hará con ésta parada, y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada.

En zona de producción de polvo, se regará para evitarlo, siempre que sea posible.

Se evitará en lo posible la circulación de máquinas y vehículos en las proximidades de los bordes de excavación para evitar sobrecargas y efectos de vibraciones.

En caso de concentración de personas se acompañará la marcha atrás de los vehículos con señales acústicas, siendo conveniente que ésta sea dirigida por un operario que se situará en el costado izquierdo del vehículo.

El ayudante en las operaciones de descarga, se situará suficientemente alejado del vehículo o máquina. Indicará mediante un jalón o sistema similar, el lugar en el que se debe producir la descarga.

Las descargas de volquetes en rellenos, se realizarán en lugares estables, y lo más horizontales posibles, no aproximándose demasiado al talud, marcando el mismo con unos topes.

Después de bascular, la caja del vehículo deberá estar totalmente bajada antes de reanudar la marcha.

En trabajos nocturnos, la iluminación será adecuada para realizar los trabajos sin riesgo alguno.

14.6. ESTRUCTURA METÁLICA

14.6.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante el trabajo con estructuras metálicas.

14.6.2. **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

1. Caída de personas al mismo y a distinto nivel
2. Caídas de materiales en manipulación
3. Caída incontrolada de cargas suspendidas
4. Aplastamientos y golpes.
5. Atrapamiento de extremidades
6. Electrocuciones
7. Quemaduras
8. Sobreesfuerzos
9. Cortes y heridas en la manipulación de materiales

14.6.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RECOMENDADOS.**

Será obligatorio el uso del casco, botas antideslizantes y ropa de trabajo. Los soldadores usarán protección ocular, mandil, guantes y polainas. El personal que maneje perfiles metálicos y materiales usará guantes. Los trabajadores utilizarán cinturones portaherramientas.

Aquellos trabajos en los que exista riesgo de caída a distinto nivel y no se encuentren protegidos por redes o barandillas se realizarán con arnés anticaídas atado a puntos fuertes de la estructura. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

14.6.4. **PROTECCIONES COLECTIVAS.**

Los trabajos de soldadura en altura se realizarán preferiblemente desde plataformas de trabajo montadas sobre andamio tubular o sistema equivalente.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo o de paso en las que haya riesgo de caída de objetos.

Se reducirá todo lo posible la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. Se dispondrá la señalización de seguridad adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

14.6.5. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Los trabajos de soldadura en altura, se realizarán preferentemente desde andamios tubulares con plataformas de trabajo protegidas por barandillas en todo su contorno.

Siempre que en el izado de materiales el tamaño o forma de éstos pueda ocasionar choques con la estructura u otros elementos, se guiará la carga con cables o cuerdas de retención.

Cuando el gruista no tenga correcta visibilidad en las maniobras de aproximación y presentación de piezas metálicas será auxiliado por un señalista.

El estrobado de los perfiles metálicos y estructuras a transportar con grúa, se hará de modo cuidadoso y con eslingas en buen estado.

Cuando las condiciones del montaje no permitan trabajar en un andamio, se hará uso del arnés anticaídas.

Los trabajos de soldadura en altura se realizarán preferentemente desde andamios tubulares. Además, los operarios sujetarán el arnés de seguridad, a cables, argollas o perfiles.

Durante el transporte y elevación de los perfiles metálicos no se permitirá que nadie bajo ningún concepto permanezca sobre ellos.

No se elevarán pesos superiores a los estipulados para cada tipo de grúa.

Los elementos metálicos serán soldados con la mayor rapidez posible. Nunca se colocará un elemento sobre otro que esté simplemente punteado.

La manipulación de perfilería metálica se realizará con guantes de cuero.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para su correcta ejecución, se adoptarán los niveles de iluminación necesarios para una correcta ejecución de los trabajos.

14.7. ZAPATAS Y MUROS DE HORMIGÓN ARMADO

14.7.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la ejecución de los trabajos de zapatas de hormigón armado.

14.7.2. **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

En la fabricación y puesta en obra de ferralla

1. Caídas al mismo y a distinto nivel.
2. Aplastamientos y golpes durante la carga, transporte y descarga de los paquetes de ferralla.
3. Caída de paquetes de ferralla o de armaduras, previamente montadas, durante las operaciones de izado y transporte.
4. Cortes y heridas en extremidades.
5. Lumbalgias por sobreesfuerzos.
6. Electrocución.
7. Proyección de partículas a los ojos.
8. Pisadas sobre objetos punzantes.

Puesta en obra del hormigón

1. Caídas al mismo y a distinto nivel.
2. Caída de cargas suspendidas en las operaciones de hormigonado.
3. Dermatitis por contacto de la piel con el hormigón.
4. Proyección de partículas a los ojos en las operaciones de vertido.
5. Quemaduras por contacto de la piel con el hormigón.
6. Lumbalgias por sobreesfuerzos.
7. Electrocuciones.
8. Cortes y heridas.

Derivados de la excavación ejecutada

1. Desprendimientos de terreno.
2. Caídas a distinto nivel al interior de los pozos de cimentación.
3. Atropellos y golpes de máquinas.
4. Lumbalgias por sobreesfuerzos.
5. Electrocuciones.

14.7.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RECOMENDADOS**

1. Casco de seguridad
2. Mono de trabajo
3. Calzado de seguridad.

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina utilizarán casco de seguridad.

El personal que se encargue de la manipulación de armaduras empleará guantes de cuero y hombreras en su caso.

Los operarios encargados de la puesta en obra del hormigón utilizarán botas y guantes de goma.

Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como mascarillas, botas de agua, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual, serán los homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

14.7.4. **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Aquellas esperas sobre las que exista riesgo de caída encima de ellas se protegerán con

tapones de plástico para pequeñas alturas. Todas las zanjas y pozos de más de 2,00 m de altura se protegerán con barandillas. En todo momento las zonas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas.

Se dispondrá de señalización interior de obra para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

15.6.5. Instrucciones de operatividad

Siempre que se prevea circulación de personas en las proximidades de las zanjas o pozos de cimentación se señalizarán con cinta de plástico bicolor sobre redondo metálico y se dispondrá de cartel indicativo. Si la zanja o pozo tuviera más de 2,00 metros de profundidad, se protegerán con barandillas los bordes de coronación.

Cuando la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,50 m se colocarán escaleras para facilitar el acceso o salida de la excavación.

Antes de proceder al refino de las paredes de las zanjas y pozos se desmocharán las cabezas de la excavación para evitar caída del material al interior en el momento en que los trabajadores se encuentren en el fondo de la misma.

Los pozos de cimentación de más de 2,00 metros de profundidad se rellenarán en el día.

Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla, próximo al lugar de montaje.

La descarga de los paquetes de redondos de los camiones de transporte será realizada ahorcando los paquetes con eslingas. En caso de paquetes alargados se estrobarán éstos de un mínimo de dos puntos, izándolos en horizontal.

Se prohibirá el enganche de los paquetes de redondos para su transporte con la grúa, de los latiguillos con los que vienen empaquetados de fábrica. Sólo se permitirá el enganche de los citados latiguillos para elevar ligeramente los paquetes y colocar durmientes de madera para poder realizar el ahorcado con las eslingas.

Una vez eslingados correctamente los paquetes y antes de su izado definitivo, se bajarán de la caja los operarios que realizaron el estrobado, comenzando el izado de forma lenta con el objeto de detectar

enganchones del paquete con el resto de los paquetes del camión. En caso de observarse algún enganchón se procederá a para el izado, realizando las operaciones necesarias para liberar el paquete con ayuda de barras de uña u otros elementos similares, evitando realizar esta operación directamente con las manos.

Durante las operaciones de izado y colocación de armaduras y redondos en las zonas de acopio, se prohibirá el paso de terceros bajo las cargas suspendidas. En caso de ser necesario el guiado de las cargas, éste se realizará mediante el empleo de cuerdas guía atadas a los paquetes, evitándose realizar el guiado directamente con las manos.

Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes de madera, capa a capa, evitándose las alturas superiores a 1,00 m.

Los desperdicios de recortes de hierro se recogerán acopiándose en el lugar destinado al efecto para su posterior transporte a vertedero.

Las maniobras de aproximación de las hormigoneras en marcha atrás al borde de las excavaciones, serán dirigidas por un auxiliar.

Se evitará durante las operaciones de hormigonado de las zapatas, que los operarios pisen en los desplazamientos directamente sobre las armaduras, colocando plataformas de paso de al menos 60 cm de ancho.

Se evitará la permanencia de personas debajo de cargas suspendidas.

La obra se limpiará periódicamente de restos de materiales.

La obra se mantendrá ordenada en los acopios y en la distribución de los medios a emplear.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para la correcta ejecución de los trabajos, se iluminarán éstos conforme a lo indicado en la legislación vigente.

14.8. ARMADO DE APOYOS Y TENDIDO DE CONDUCTORES

14.8.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos de armado de apoyos y tendido de cables.

14.8.2. **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

1. Caídas a distinto nivel
2. Caídas al mismo nivel
3. Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
4. Caída de objetos en manipulación
5. Pisadas sobre objetos
6. Golpes/Cortes por objetos o herramientas
7. Proyección de fragmentos o partículas

8. Contacto eléctrico en tendido de conductores, (cruzamiento con líneas A.T.)

15.7.3. Equipos de protección individual

1. Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.

2. Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante.

3. Guantes de trabajo.

4. Cinturón de seguridad con arnés.

5. Ropa de trabajo para el mal tiempo.

6. Gafas de protección contra las proyecciones de fragmentos o partículas.

14.8.3. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

1. Se armarán los apoyos enteros en el suelo y se izarán con grúa adecuada al tonelaje y altura de los mismos. Con este procedimiento se obtiene una máxima reducción de los trabajos en altura, que constituyen, evidentemente, uno de los mayores peligros en esta fase de montaje de líneas.

2. Durante el armado e izado de apoyos, los operarios trabajarán con todos los elementos de protección personal obligatorios y evitando el trabajo de dos o más operarios a diferentes alturas, en la misma vertical. Esta forma de actuación se mantendrá durante el apriete final y graneteado de los tornillos, donde a cada operario se le asignará un área de trabajo.

3. Se deberá de instalar una línea de vida para los trabajos en altura.

4. Se montarán protecciones sobre caminos, carreteras, ferrocarriles y líneas de baja tensión.

5. Las líneas de M.T., hasta 25 kV, se puentearán con cables subterráneos y la conexión se realizará con la línea en descargo.

6. La máquina de freno, el cabrestante, los caballetes alzabobinas y el recuperador de cable se colocarán siempre manteniendo la horizontalidad.

7. El tendido del cable piloto se hará manualmente o mediante tractor, dependiendo de los cultivos existentes.

8. La elevación del piloto requiere especial atención, evitando los enganches en rocas y arbustos, que al desprenderse producen movimientos incontrolados que pueden ser causa de accidentes.

9. El tendido de conductores se ejecutará mecánicamente mediante frenado hidráulico del conductor y tracción del cable piloto, efectuada por un cabrestante equipado con interruptor de parada automática ante una elevación imprevista de la tracción.

10. La vigilancia permanente de este tendido con la interconexión radiofónica entre maquinistas y vigilantes es el factor más importante para evitar accidentes.

11. Se fijará el cabrestante y la máquina de freno, mediante como mínimo, dos puntos de anclaje, independientes entre sí (no usar el mismo cable para los dos puntos de anclaje) y dos puntillas por cada punto

de anclaje. Se usarán cables de acero con gasas y se harán las uniones utilizando grillete. Se bajarán siempre las patas estabilizadoras.

Es obligatorio reforzar las crucetas en las siguientes situaciones:

1. Cuando el ángulo formado por el cable que sale de las máquinas (freno y cabrestante) y la horizontal es superior a 20°.

2. Cuando el desnivel entre dos apoyos consecutivos es superior al 25% (25 m de desnivel) porcada 100 m de vano.

3. Se vigilará escrupulosamente que la lanzadera pasa bien por las poleas.

4. Se vigilarán las puntillas y en general los anclajes de carga, parando las maniobras si se observa alguna deficiencia y no reanudándose el trabajo hasta haberla subsanado.

5. Se controlará la tracción y velocidad manteniéndolos lo más uniforme posible, para que no se produzcan oscilaciones, paradas o sacudidas entre las dos máquinas.

6. Guardar las distancias de segundad a las líneas que estén en tensión:

- 3 m en instalaciones hasta 66.000 V.
- 5 m en instalaciones superiores a 66.000 V.

7. Los operarios evitarán ponerse debajo de las cargas en la fase de elevación y colocación de las cadenas de aisladores.

8. Durante la elevación de la cadena, el operario debe abandonar el punto de la cruceta. En las cadenas de suspensión, se arriostrará la cruceta cuando vaya a sufrir esfuerzos superiores a los previstos en su posición definitiva.

9. Se accederá al carro a través de barra, apoyada en cruceta y conductor, permaneciendo en todo momento sujeto con el cinturón al conductor.

10. En el carro se permanecerá en todo momento con el cinturón atado en todo momento al conductor. Se deberá comprobar que todas las herramientas con que se va a trabajar reúnen las condiciones necesarias y se revisará la maquinaria y vehículos utilizados en obra, con una periodicidad mensual, reparando las anomalías detectadas.

14.9. CONEXIONADO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

14.9.1. OBJETO

En este procedimiento se establecen las medidas de seguridad necesaria para llevar a cabo los trabajos de conexiones eléctricas.

14.9.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

1. Caídas de personas a distinto nivel.

2. Caídas de personas al mismo nivel.

3. Caídas de objetos o componentes sobre personas.

4. Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
5. Caída de objetos desprendidos.
6. Pisadas sobre objetos.
7. Choques contra objetos móviles.
8. Proyecciones de partículas a los ojos.
9. Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
10. Sobreesfuerzos.
11. Golpes y cortes por manejo de herramientas.
12. Atrapamientos por o entre objetos.
13. Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
14. Quemaduras por contactos térmicos.
15. Exposición a descargas eléctricas.
16. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
17. Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
18. Incendios.
19. Explosiones.
20. Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
21. Exposición a factores atmosféricos extremos.
22. Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de tendido o fallo mecánico de equipos.
23. Contactos eléctricos.
24. Golpes de equipos, en su izado, contra otras instalaciones.

14.9.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

1. Casco homologado.
2. Chaleco reflectante.
3. Botas de seguridad con puntera reforzada.
4. Guantes contra riesgos eléctricos.
5. Arnés de seguridad en caso de trabajar a más de 2 m de altura.

14.9.4. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

1. Señalización carretera.
2. Señalización salida de obra.

3. Señalizaciones riesgo eléctrico.
4. Aparatos desconectados durante su manipulación.
5. Sirena luminosa maquinaria y alarma de marcha atrás.

14.10. CONTACTOS ELÉCTRICOS

14.10.1. **OBJETO**

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614/2.001). En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

Trabajos sin tensión ANEXO. Trabajos sin tensión (R.D. 614/2001)

Disposiciones generales

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

Desconectar.

Prevenir cualquier posible realimentación.

Verificar la ausencia de tensión.

Poner a tierra y en cortocircuito.

Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

1. Desconectar.

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

2. Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandos deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

3. Verificar la ausencia de tensión.

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandos utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

4. Poner a tierra y en cortocircuito

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.
- Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandos utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

- La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización

que indica los límites de la zona de trabajo.

La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.

El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.

El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

15. EQUIPOS TÉCNICOS.

15.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

15.1.1. OBJETO

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de segundad que deberán aplicarse durante la utilización de maquinaria de movimiento de tierras.

15.1.2. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

En la llegada y expedición de maquinaria:

1. Vuelco y/o caídas de la máquina al cargarla y/o descargarla al camión.
2. Atrapamientos.
3. Vuelco o deslizamiento del camión de transporte.
4. Atropellos.

Durante la ejecución de los trabajos:

5. Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras.
6. Golpes y contusiones.

7. Atrapamientos de personas entre partes móviles de la máquina.
8. Colisiones con otros vehículos
9. Choques con elementos fijos de obra.
10. Caída de material desde la cuchara (retroexcavadoras, mixta y pala cargadora)
11. Vuelco de máquina.
12. Deslizamientos incontrolados.
13. Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
14. Caídas a distinto nivel al bajar o subir de la cabina.
15. Proyección de objetos.
16. Desplomes de tierra sobre la máquina.
17. Incendios y explosiones.
18. Quemaduras.
19. Efectos de vibraciones en el conductor.
20. Ruido propio y ambiental (conjunción de varias máquinas).
21. Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (afecciones respiratorias).
22. Los derivados de la realización de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.
23. Contacto con líneas eléctricas.
24. Durante las operaciones de mantenimiento:
25. Atrapamiento y aplastamiento en operaciones de mantenimiento y/o reparación.
26. Riesgo de incendio durante el llenado el tanque de combustible.
27. Contactos con materiales contaminantes (aceites usados, líquido de frenos, pastillas de frenado, etc.).
28. Riesgos eléctricos.

15.1.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

1. Casco de seguridad homologado.
2. Botas antideslizantes. Calzado de conducción de vehículos
3. Gafas de seguridad antiproyecciones y antipolvo.
4. Asiento anatómico.
5. Cinturón elástico antivibratorio (Bulldozer, tractor)
6. Ropa de trabajo.
7. Chaleco reflectante

8. Protecciones colectivas

9. Guantes de cuero (Bulldozer, pilotadora, mototrailla)

En operaciones de mantenimiento:

1. Mandil de cuero o de P.V.C.

2. Botas de seguridad con puntera reforzada

15.1.4. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

No habrá nadie en el radio de acción de la máquina.

Cuando proceda, se comprobará que la máquina dispone de:

1. Señalización luminosa (luz rotativa).

2. Señalización acústica de manera que se ponga en funcionamiento cuando se realicen operaciones que requieran el avance en sentido contrario al de la visual del operador (marcha atrás).

3. Servofrenos y frenos de mano.

4. Pórticos de seguridad antivuelco.

5. Espejos retrovisores si la visibilidad de la máquina lo requiere.

15.1.5. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

El personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina.

La máquina será manejada únicamente por el personal designado para ello, que deberá estar cualificado.

Para subir o bajar de la máquina, se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos al efecto en el acceso a la máquina. Se realizará además de cara a la máquina asiéndose con ambas manos. No se subirá utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Antes de entrar en la cabina el conductor comprobará que no lleva barro en las suelas que pueda impedir el normal funcionamiento de los pedales.

Se prohíbe el acceso a la cabina de mando de la máquina, utilizando vestimentas sin ceñir y joyas (cadenas, relojes o anillos), que puedan engancharse en los salientes y en los controles

El operador permanecerá dentro de la máquina, sin subir ni bajar de ella, mientras ésta esté en movimiento.

No se abandonará la maquinaria sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchara, pala, cuchilla o escarificador (en función de la máquina que se trate), parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno. De igual forma se procederá al finalizar la jornada.

No se accionarán los mandos de la máquina si el operario no se encuentra situado en el puesto del conductor.

No se permitirá el transporte de personas sobre partes móviles de las máquinas. Asimismo, no se podrá transportar a otras personas ajenas al operador a no ser que la máquina disponga de asiento para acompañante.

No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado de depósito.

No se admitirán en la obra bulldozeres, mototraillas o tractores desprovistos de cabinas antivuelco (o pórticos de seguridad antivuelco y antiimpactos). Las cabinas antivuelco montadas, no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.

Si se cargan piedras de tamaño considerable se hará una cama de arena sobre el elemento de carga, para evitar rebotes y roturas.

Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos, que puedan provocar accidentes.

Se considerarán las características del terreno para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal.

Se prohíbe estacionar la maquinaria a menos de tres metros (como norma general), del borde de barrancos, hoyos, trincheras, zanjas, etc., para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.

Antes del inicio de trabajos, al pie de los taludes ya construidos (o de vermas), de la obra, se inspeccionarán aquellos materiales (árboles, arbustos, rocas), inestables, que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo. Una vez saneado, se procederá al inicio de los trabajos a máquina.

Las maniobras dentro de la obra se harán sin movimientos bruscos, anunciándolas con antelación.

Se respetará en todo momento la señalización de la obra.

Se emplearán las señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Se extremarán las precauciones cuando se deba circular por terrenos irregulares o sin consistencia.

Se intentará en la medida de lo posible que los vehículos no queden parados en las rampas de acceso, en caso necesario quedarán frenados y con topes.

En el caso de retroexcavadoras y mixtas, cuando se dispongan a circular lo harán con el brazo plegado.

En el caso de retroexcavadoras, durante la excavación la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

La cabina llevará extintor timbrado y con las revisiones al día.

Tanto la maquinaria empleada como todos sus elementos estarán sometidos a las revisiones periódicas que establezca el fabricante para su perfecto funcionamiento. Se realizará una comprobación y conservación periódica por personal autorizado y cualificado.

No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.

15.2. MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE

15.2.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de segundad que deberán aplicarse durante la utilización de la maquinaria de elevación y transporte

15.2.2. **RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD**

1. Rotura del cable o gancho (grúa móvil, camión grúa)
2. Caída de la carga (grúa móvil, camión grúa)
3. Caídas en altura de personas por empuje de la carga (grúa móvil, camión grúa)
4. Golpes y aplastamiento por la carga (grúa móvil, camión grúa)
5. Golpes y colisiones con elementos fijos de obra
6. Vuelco del vehículo.
7. Atropellos
8. Caídas de personas a distinto nivel.
9. Caídas de personas al mismo nivel
10. Caídas de materiales y objetos.
11. Riesgos derivados de desplazamientos incontrolados de las plataformas.
12. Atrapamientos.
13. Golpes contra objetos.
14. Contactos con líneas eléctricas.
15. Contactos eléctricos.
16. Incendios y explosiones.
17. Quemaduras.
18. Efectos de vibraciones en el conductor.
19. Deslizamientos.
20. Producción de ruidos.
21. En el caso de maquinaria que tenga que ser transportada:
    - Vuelco y/o caídas de la maquina al cargarla y/o descargarla al camión.
    - Atrapamientos.
    - Vuelco o deslizamiento del camión de transporte.

Durante las operaciones de mantenimiento:

1. Atrapamiento y aplastamiento en operaciones de mantenimiento y/o reparación.
2. Riesgo de incendio durante el llenado del tanque de combustible.
3. Contactos con materiales contaminantes (aceites usados, líquido de frenos, ferodos, etc.).
4. Riesgos eléctricos.

15.2.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

1. Casco de seguridad homologado
2. Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
3. Ropa de trabajo.
4. Calzado de seguridad.
5. Arnés de seguridad

15.2.4. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

Las plataformas de trabajo poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié en todo su contorno.

El paso bajo la plataforma se acotará con vallas peatonales o sistema similar, para impedir el acceso de trabajadores y se señalizará el riesgo de caída de objetos y de materiales.

Se dispondrá de señalización adecuada en los accesos a la plataforma, con indicaciones de la carga máxima y del número máximo de personas que la pueden utilizar.

Las plataformas de trabajo estarán firmemente ancladas a los apoyos para evitar los movimientos por desplazamiento o vuelco.

Las carretillas elevadoras dispondrán de un nivel de iluminación suficiente para las maniobras a realizar, si es preciso se dispondrá iluminación artificial para garantizar las condiciones de visibilidad. Estarán equipadas con:

1. Servofrenos y frenos de mano.
2. Pórticos de seguridad antivuelco.
3. Espejos retrovisores si la visibilidad de la máquina lo requiere.
4. Arnés de seguridad

15.2.5. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Las grúas sobre neumáticos no comenzarán su trabajo sin haber apoyado los correspondientes gatos -soporte en el suelo, manteniendo las ruedas en el aire, siempre que las características de la carga que han de izar lo exijan.

La traslación con carga de las grúas automóviles se evitará siempre que sea posible. De no ser así, la pluma, con su longitud más corta y la carga suspendida a la menor altura, se orientará en la dirección del desplazamiento.

Durante la traslación el conductor observará permanentemente la carga, de forma especial cuando pase bajo obstáculos y con la colaboración de uno o varios ayudantes para la realización de estas maniobras.

Cuando la grúa esté fuera de servicio se mantendrá con la pluma recogida y con los elementos de enclavamiento accionados.

El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso y de pestillo de seguridad.

La maniobra de izado comenzará muy lentamente para tensar los cables antes de realizar una elevación, una vez que se haya comprobado la ausencia de personal debajo de la posible trayectoria de la carga.

Antes de proceder a maniobrar con la carga, se comprobará la estabilidad de la misma y el correcto reparto de las tensiones mecánicas en los distintos ramales del cable.

No se utilizará la grúa para trabajos que impliquen esfuerzos de tiros sesgados ni se harán más de una maniobra a la vez.

Los operadores no atenderán señal alguna que provenga de otra persona distinta al señalista designado al efecto.

No se anulará cualquier dispositivo de seguridad de las plataformas móviles.

Se considerarán las características del terreno sobre el que se ubicará la plataforma, procurando que las ruedas no queden atrapadas ni bloqueadas, permitiendo su movimiento sin obstáculos. El tropiezo o el hundimiento de la máquina en el terreno, puede provocar su inclinación o vuelco, con grave riesgo para los trabajadores.

La plataforma no comenzará su trabajo sin haber frenado sus ruedas y si dispone de gatos hidráulicos, los apoyará en el suelo, o sobre tablones o chapones de reparto, si las condiciones del terreno así lo aconsejaran. No se subirá a/o realizar trabajos sin haber instalado previamente los gatos estabilizadores y frenos antirodadura de las ruedas.

Siempre que sea posible, se cargará la plataforma una vez ubicada en la posición de utilización, evitando su desplazamiento con carga.

No se transportarán personas o materiales sobre las plataformas móviles durante las maniobras de cambio de posición.

La plataforma se cargará con el material uniformemente repartido y sin que sobresalga de la cabina, para evitar su caída tanto en el recorrido de elevación como en el de descenso. No se dejará nada suelto en la plataforma.

No se abandonará material o herramientas sobre las plataformas. No se depositarán pesos violentamente sobre las plataformas. No se situarán sobre la plataforma más personas, ni mayor carga de las que indica el fabricante, ni se utilizará, cuando se encuentre sobre una superficie inclinada de pendiente mayor que la superable recomendada.

Las maniobras en el interior de la obra se realizarán sin movimientos bruscos y anunciándolas con antelación, contando, si es preciso, con el apoyo de un señalista.

Se evitará la proximidad de trabajadores en el radio de acción de la máquina ni en sus proximidades. No se realizarán trabajos continuos o esporádicos bajo las plataformas móviles.

El ascenso y descenso de la plataforma, se realizará con ésta en su punto más bajo, quedando prohibida la entrada o salida de los trabajadores, a través de ventanas u otros huecos.

En los casos esporádicos en los que haya que pasar esporádicamente a la estructura no se realizará sin antes haber sujetado el arnés anticaída a un punto fijo de la estructura o al cable de vida.

No se utilizará la plataforma con viento o condiciones meteorológicas adversas.

Cuando la plataforma esté fuera de servicio, se mantendrá con la pluma recogida y con los elementos de enclavamiento accionados.

El uso de la plataforma, se realizará por personal cualificado.

Las grúas puente estarán provistas de accesos fáciles y seguros desde el suelo de los pisos o plataformas hasta la cabina de la grúa, y de la cabina a los pasillos del puente, por medio de escalas o escaleras fijas. Dispondrán de pasillos y plataformas de anchura no inferior a 75 centímetros a lo largo de todo el puente.

Las cabinas de los puentes grúas estarán dotadas de ventanas de suficiente dureza para proteger al maquinista contra las proyecciones de materiales fundidos o corrosivos y le protegerán asimismo contra las radiaciones y emanaciones molestas o nocivas.

En caso de incendio se dotará a la cabina de extintor, con el correspondiente timbrado y las revisiones al día.

Los extremos de los caminos de rodadura de los aparatos y de los carros deben estar dotados de topes eficaces.

El maquinista deberá revisar todos los elementos sometidos a esfuerzos, diariamente y antes de iniciar el trabajo.

Se circulará sin prisas y se estará atento a la maniobra que se esté realizando.

Está absolutamente prohibido el trasladarse de un lugar a otro subido en la carga o colgado del gancho de la grúa.

El gruista debe dominar visualmente todo el campo de influencia de la carga y si no lo consigue, deberá disponer de un ayudante que le dirija en sus zonas muertas.

En el procedimiento relativo a señalización se incluye el conjunto de señalización gestual a utilizar. Este conjunto no impide que puedan emplearse otros códigos, en particular en determinados sectores de actividad, aplicables a nivel comunitario e indicadores de idéntica maniobras.

No se acompañará nunca los estrobos con las manos directamente.

No se acompañará nunca la carga con las manos y, si es preciso guiar la carga, utilizar útiles apropiados.

No ejecutar ninguna maniobra con la carga sin antes proceder a comprobar su perfecto asentamiento.

Cuando se transporte una carga se deberá avisar al personal ajeno a la maniobra que se encuentre en la zona invadida por la misma.

Se debe trasladar la carga a suficiente altura para librar a personas y objetos

Cuando la carga no dispone de suficiente espacio libre, se deberán extremar las precauciones y proceder a despejar de personas las zonas por donde deba pasar.

No se transportarán objetos sueltos o mal estrobados.

Las piezas desmontables, tales como tapas, etc., serán fijadas al aparato para evitar su caída.

Se utilizarán contenedores adecuados para cada tipo de objetos a transportar.

No transportar a la vez objetos de menor tamaño cuando los estrobos haya que acoplarlos a los de un tamaño mayor.

No se situará ningún operario debajo de la carga suspendida.

Se deberá marcar de forma fácilmente legible la carga útil en kg.

Se prohíbe cargar pesos superiores a la máxima carga útil, excepto en las pruebas de resistencia.

Nunca se deberá izar la carga sujetándola por los alambres.

Se dispondrán elementos de seguridad tales como finales de carrera, limitadores de carga y pestillo de seguridad.

Se establecerá un programa de mantenimiento preventivo.

Se inspeccionará el material de transporte y se rechazará aquél que esté defectuoso.

Se rechazarán pallets rotos o que estén astillados.

Se adaptará para cada caso concreto el lugar en el que se van a depositar las cargas para facilitar tanto la operación de estrobado como la contraria.

No se intentará controlar o parar nunca una carga de forma manual.

Todas las piezas bajo tensión en servicio deberán estar aisladas o protegidas en toda su longitud en aquellos emplazamientos donde puedan producirse contactos accidentales con el personal.

Las protecciones pueden estar constituidas por rejillas o chapas perforadas suficientemente rígidas y situadas por lo menos a 10 centímetros de las piezas bajo tensión.

Todas las piezas metálicas que no sean los conductores eléctricos deben estar eléctricamente unidas entre ellas y a un conductor unido a tierra.

La instalación debe estar permanentemente controlada por un dispositivo [disyuntor diferencial) que separe automáticamente la instalación o parte de la misma en la que esté el defecto de la fuente de energía que la alimenta.

Los trabajadores, antes del uso diario, revisarán sus equipos de protección individual, solicitando a su superior jerárquico la sustitución de aquellos que se encuentren deteriorados.

No se permitirá el transporte de personas sobre elementos de la máquina no destinados a tal fin.

Los caminos de circulación interior se señalizarán con claridad para evitar colisiones o roces con otros vehículos, debiendo tener la pendiente máxima que el fabricante y las condiciones de utilización de la máquina permitan.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Estará siempre manejado por personal autorizado y cualificado debiendo éste en todo momento llevar casco de seguridad homologado y calzado con suela antideslizante. Todos sus elementos estarán sometidos a la comprobación periódica que indique el fabricante para su perfecto funcionamiento.

Se intentará en la medida de lo posible que los vehículos no queden parados en las rampas de acceso, en caso necesario quedarán frenados y con topes.

Las maniobras dentro de la obra se harán sin movimientos bruscos, anunciándolas con antelación.

A la hora de realizar la carga se tendrá en cuenta las condiciones de estabilidad de la misma, así como la forma y el volumen de ésta de manera que no altere la visibilidad de la zona de mando y control.

Revisiones

Se revisará, con anterioridad a los trabajos y después, periódicamente, el estado de la máquina, la instalación eléctrica de los mandos, etc., según las instrucciones del fabricante.

Los operarios que realicen dichas verificaciones, deberán comunicar a sus superiores cualquier carencia o deterioro que detecten en los componentes, para que se corrijan las anomalías de forma inmediata.

15.3. ELEMENTOS DE IZADO

15.3.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la utilización de los elementos de izado, tales como cuerdas, cables, ganchos, eslingas, etc.

15.3.2. **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

1. Caída de objetos en manipulación
2. Golpes/Cortes por objetos y herramientas
3. Atrapamientos por o entre objetos
4. Sobreesfuerzos
5. Exposición a ambientes pulvígenos

15.3.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

1. Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
2. Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

3. Guantes de trabajo
4. Gafas de seguridad contra ambientes pulvígenos
5. Ropa de trabajo para el mal tiempo

15.3.4. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Los accesorios de elevación resistirán a los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.

Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.

El diseño y fabricación de Los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible. Las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

15.4. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS.

15.4.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la utilización los útiles y herramientas eléctricas, ya que son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.

15.4.2. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Las herramientas portátiles de accionamiento manual serán de clase II o de doble aislamiento. Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:

a) Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250 V.

b) Las de otras características: 440 V.

En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:

1. Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.

2. El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.

3. Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento accesible.

Para las herramientas de clase I, el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, para este conductor.

1. Cuando la herramienta está prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.

2. Las herramientas destinadas a servicio intermitente, deben llevar indicada la duración prevista para las paradas y funcionamiento.

3. Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos, llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración.

4. Las lámparas eléctricas portátiles deben responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de la clase II y la tensión de utilización no será superior de 250 V, siendo como máximo de 245 V cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

Trabajos con cortadura de discos.

Cuando se usen estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo un mínimo de 1 cm de su parte superior.

Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

Equipos de soldadura.

Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.

Con carácter general, en todos los trabajos se usarán guantes y pantallas.

Todas las partes conductoras de los motores generadores, los rectificadores y los transformadores de las máquinas, estarán protegidas para evitar contactos accidentales con partes en tensión. Se conectarán los armazones a tierra.

Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantallas para proteger las manos del calor de los arcos.

16. MEDIOS AUXILIARES

16.1. ESCALERAS DE MANO

16.1.1. OBJETO

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante el uso de escaleras manuales de madera y metálicas.

16.1.2. RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

1. Caídas a distinto nivel.
2. Caídas al mismo nivel.
3. Golpes con la escalera en su traslado o manejo.

16.1.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

1. Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
2. Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada de acero
3. Cinturón de seguridad de sujeción
4. Guantes de trabajo
5. Ropa de protección para el mal tiempo

16.1.4. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD

Particulares

1. Escaleras de madera

Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.

Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.

Los peldaños estarán ensamblados no clavados

Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos

2. Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza y estarán son deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie.

Las escaleras metálicas a utilizar no estarán suple mentadas con uniones soldadas.

El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

Generales

Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.

Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza sin empalmes, que no falta ningún peldaño que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras ni clavos salientes.

Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores de zapatas antideslizantes

El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución para evitar golpear a otras personas mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos la parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.

Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

Antes de iniciar la subida debe comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro grasa ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.'

El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.

La escalera tendrá una longitud tal que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.

Las escaleras de mano simples se colocarán en la medida de lo posible formando un ángulo de 75° con la horizontal.

Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.

Queda prohibida la utilización de la escalera por más de 1 operario a la vez.

Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deben usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.

Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.

Trabajando sobre una escalera no se debe de tratar de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.

Los trabajos a más de 3,5 m de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.

Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

Las escaleras de mano deben mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.

Cuando no se usen, las escaleras deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.

Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

17. RIESGOS INHERENTES

17.1. CAÍDAS EN ALTURA

18.1.1. Objeto

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos en altura.

17.1.1. RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

1. Caídas a distinto nivel
2. Caídas al mismo nivel
3. Caídas de objetos en manipulación
4. Pisadas sobre objetos
5. Golpes por objetos o herramientas

17.1.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

1. Casco de seguridad con barbuquejo contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
2. Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada en acero.
3. Cinturón de seguridad de sujeción o bien anticaídas o arnés.
4. Guantes de trabajo.
5. Ropa de protección para el mal tiempo

17.1.3. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.

Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

1. Se deberá de proteger en particular:

Las aberturas de los suelos.

Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones supongan un riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares.

Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 cm de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamano, a una altura mínima de 90 cm, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 m; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.

En aquellos lugares de los pisos de las obras en construcción por los que deban de circular los trabajadores y que, por lo reciente de su construcción, por no estar completamente terminada o por cualquier otra causa, ofrezcan peligro, deberán disponerse pasos o pasarelas formadas por tablones de un ancho mínimo de 60 cm o tablones prefabricados, de modo que resulte garantizada La seguridad del personal que vaya a circular por ellos.

Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 cm y dispondrán de un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de segundad puedan resultar afectadas poruña modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.

Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.

Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

Los huecos y aberturas para la elevación del material y, en general, todos aquellos practicados en los pisos de las obras en construcción que por su especial situación resulten peligrosos serán convenientemente protegidos mediante barandillas sólidas a 90 cm de altura.

Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.

Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.

En caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes se vallará o se señalizará toda la zona afectada y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

Los accesos a las plataformas de trabajo elevadas se harán con la debido segundad, mediante escaleras de servicio y pasarelas. Nunca se debe hacer trepando por los pilares o andando por las vigas.

Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

Las escaleras que pongan en comunicación los distintos pisos de la obra en construcción deberán cada una salvar sólo la altura entre cada dos pisos inmediatos; podrán ser de fábrica, metálicas o de madera, siempre que reúnan condiciones suficientes de resistencia, amplitud y segundad.

Se tendrá un especial cuidado en no cargar los pisos o forjados recién construidos con materiales, aparatos o, en general, cualquier carga que pueda provocar su hundimiento.

En los trabajos sobre cubiertas y tejados se emplearán los medios adecuados para que los mismos se realicen sin peligro, tales como barandillas, pasarelas, plataformas, andamiajes, escaleras u otros análogos.

Cuando se trate de cubiertas y tejados construidos con materiales resbaladizos o de poca resistencia, que presenten marcada inclinación o que las condiciones atmosféricas resulten desfavorables, se extremarán las medidas de segundad, sujetándose los operarios con cinturones de segundad, que irán unidos convenientemente a puntos fijados sólidamente.

Los trabajadores que operen en el montaje de estructuras metálicas o de hormigón armado o sobre elementos de la obra que por su elevada situación o por cualquier otra circunstancia, ofrezcan peligro de caída grave, deberán estar provistos de cinturones de seguridad, unidos convenientemente a puntos sólidamente fijados.

17.2. TRABAJOS SUPERPUESTOS

17.2.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos superpuestos.

17.2.2. **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

1. Caídas a distinto nivel.
2. Caídas al mismo nivel.
3. Caídas de objetos en manipulación.

4. Caídas de objetos desprendidos.

17.2.3. **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

1. Casco de segundad con barbuquejo contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
2. Botas de segundad antideslizantes con la puntera reforzada de acero
3. Cinturón de segundad con arnés o dispositivo anticaídas
4. Guantes de trabajo
5. Ropa de protección para el mal tiempo

18.2.4. Instrucciones de operatividad

Se deberá evitar la superposición de tajos en las obras mediante la programación de los trabajos para que no coincidan en la misma vertical, el empleo de protecciones resistentes apropiadas que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical y la señalización y vigilancia en los casos en que las medidas anteriores no se puedan llevar a cabo por las características especiales de la obra.

Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de la obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.

Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello utilizarán, siempre que sea posible, medidas de protección colectiva.

A fin de evitar caídas entre los andamios o plataformas de trabajo y los paramentos de la obra en ejecución, deberán colgarse tablones o chapados, según la índole de los elementos a emplear en los trabajos.

Toda abertura en el piso de una construcción o en una plataforma de trabajo deberá, excepto en aquellos momentos en los que sea necesario permitir el acceso de personas o el transporte o traslado de materiales, estar provista de un dispositivo eficaz para evitar la caída de personas u objetos.

Se deberán adoptar precauciones apropiadas para evitar que las personas sean golpeadas por objetos que puedan caer desde los andamiajes o plataformas de trabajo.

Al trabajar en zonas con trabajos superpuestos no se arrojarán herramientas ni materiales, sino que se pasarán de mano en mano o utilizando cuerdas o bolsas portaherramientas para tales efectos.

Si existe riesgo de caída de materiales a un nivel inferior en el que se encuentran trabajando, se balizará la zona. Y si ello no es posible, se señalizará la zona balizándola.

Igualmente, en el caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes, se vallará o se señalizará la zona afectada, y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

Al utilizar herramientas en trabajos en altura, y si prevemos que puede haber alguien trabajando por debajo de nosotros, deberemos de llevar las herramientas atadas.

Las estufas de electrodos de los soldadores se situarán en posición vertical y se atarán.

Los soldadores estarán provistos de un recipiente para depositar los restos de los electrodos.

17.3. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

17.3.1. OBJETO

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la manipulación manual de cargas.

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

17.3.2. RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

1. Caídas a distinto nivel.
2. Caídas al mismo nivel.
3. Caída de objetos en manipulación.
4. Pisadas sobre objetos.
5. Choque contra objetos inmóviles.
6. Golpes por objetos o herramientas.
7. Sobreesfuerzos.
8. Exposición a ambientes pulvígenos.

17.3.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

1. Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
2. Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
3. Guantes de trabajo
4. Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
5. Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
6. Ropa de protección para el mal tiempo

17.3.4. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD

1. Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del hombre debe estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.

2. El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente sólo se consigue si los pies están bien situados:

3. Enmarcando la carga.
4. Ligeramente separados.
5. Ligeramente adelantado uno respecto del otro.

6. Para levantar una carga el centro de gravedad del operario debe situarse siempre dentro del polígono de sustentación.

7. Técnica segura del levantamiento:

8. Sitúe el peso cerca del cuerpo.

9. Mantenga la espalda plana.

10. No doble la espalda mientras levanta la carga

11. Use los músculos más fuertes, como son los de los brazos piernas y muslos.

12. Asir mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo Para mejor sentir un objeto al cogerlo lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados se puede antes de asirlos prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente

13. Las cargas deben levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.

14. Para mantener la espalda recta se deben "meter" ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.

15. El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada

16. La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.

17. En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos.

18. No bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.

19. Utilizaremos los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°)

20. Los músculos de las piernas deben utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.

21. En la medida de lo posible los brazos deben trabajar a tracción simple decir estirados los brazos deben mantener suspendida la carga pero no elevarla

22. La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar natural.

23. En el caso de levantamiento de un bidón o una caída se conservará un pie separado hacia atrás con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule

24. Para transportar una carga, ésta debe mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.

25. Este proceder evita la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

26. La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permite reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.

27. El peso del cuerpo puede ser utilizado:

28. Empujando para desplazar un móvil (carretilla por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.

29. Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.

30. Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.

31. En todas estas operaciones debe ponerse cuidado en mantener la espalda recta.

32. Para levantar una caja grande del suelo, el empuje debe aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.

33. Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90°, lo que conseguimos es hacer deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.

34. Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, aprovecharemos su peso y nos limitaremos a frenar su caída.

35. Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deben encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.

36. Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deben excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.

37. Debe designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá tender a:

- La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
- La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
- La explicación a los porteadores de los detalles de la operación [ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
- La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla líos más bajos delante en el sentido de la marcha).

38. El transporte se debe efectuar:

- Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado del de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
- A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.

- Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte
- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deben tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
- Conviene preparar la carga antes de cogerla.
- Aspirar en el ir amento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar cualquier resbalón.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 kg aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- Se utilizarán guantes y calzado para proteger las manos y pies de la caída de objetos.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.
- Cualquier malestar o dolor debe ser comunicado a efectos de la correspondiente intervención del servicio médico.

17.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN TRABAJOS ELÉCTRICOS

17.4.1. OBJETO

Los presentes procedimientos tienen por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad referentes al a todos aquellos trabajos que implique riesgos eléctricos.

17.4.2. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD

Instalaciones temporales. Obras.

Estas instalaciones cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación, así como las particulares siguientes:

Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores serán de 1.000 V de tensión nominal como mínimo.

En el origen de toda instalación interior a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 30 mA. Este interruptor podrá estar, además, provisto de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

Cuadros eléctricos

Desde el punto de vista de la seguridad en los trabajos de la obra, las condiciones mínimas que deberán reunir los cuadros eléctricos que se instalen en las mismas, serán:

En el origen de la instalación se dispondrán interruptores diferenciales, cuyas sensibilidades mínimas serán:

1. 30 mA. para la instalación de fuerza.
2. 30 mA. para la instalación de alumbrado.

Existirán tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos se dispongan. Los distintos elementos deben disponerse sobre una placa de montaje de material aislante. El conjunto se ubicará en un armario que cumpla:

Sus grados de estanqueidad contra el agua, polvo y resistencia mecánica contra impactos, tendrán unos índices de protección de, al menos, I.P. 5-4-3 respectivamente.

Su carcasa metálica estará dotada de puesta a tierra.

Dispondrá de cerradura que estará al cuidado del encargado o del especialista que designen.

Las partes activas de la instalación se recubrirán con aislante adecuado.

Las tomas de corriente se ubicarán, preferentemente, en los laterales del armario, para facilitar que éste pueda permanecer cerrado.

Las bases de enchufe dispondrán de los correspondientes puntos de toma de tierra, para poder conectar, de este modo, las distintas máquinas que lo necesiten.

En las instalaciones destinadas a obras, los interruptores diferenciales serán de la sensibilidad anteriormente citada cuando las masas de toda la maquinaria estén puesta a tierra y los valores de resistencia de ésta satisfagan lo señalado en la Norma ITC-BT-33. En caso contrario los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad. Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada una de las máquinas o aparatos utilizados.

Las partes activas de toda la instalación, así como las partes metálicas de los mecanismos interruptores, fusibles, tomas de corriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

Las tomas de corriente irán previstas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarla sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

La aparamenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

Trabajos en aparatos de BT

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001. Las maniobras la realizarán trabajadores autorizados.

No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal. Cuando se realicen trabajos sin tensión, se comprobará que se han aislado las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobará la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.

Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas y electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

Trabajos en equipos de AT

Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre en cumplimiento del anexo II del RD614/2001. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.

Se prohíbe realizar trabajos en las instalaciones de AT, sin que se hayan adoptado las siguientes medidas:

1) Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptoras y seccionadoras que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo. Enclavar o bloquear, si son posibles los aparatos de corte.

2) Prevenir cualquier posible realimentación.

3) Reconocer, mediante equipo normalizado para ello, la ausencia de tensión.

4) Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.

5) Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo. Proteger frente a elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación deberán realizarlas trabajadores cualificados. Se cumplirá además la normativa de la Compañía Suministradora referente a la operación.

Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.

Para trabajos en transformadores y en máquinas en AT, se dejarán primero sin tensión todos los circuitos del secundario y a continuación los del primario. La reposición se hará en orden inverso.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión al primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

Trabajos en Proximidad de tensión: Se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001 Anexo V referente a los trabajos en proximidad. Antes de iniciar los trabajos un trabajador cualificado determinará la viabilidad del trabajo. Se deberán adoptar las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo el número de elementos en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes, etc. Se deberá limitar eficazmente la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro y con el material adecuado. Se informará a los trabajadores de los riesgos existentes.

Cuando las medidas adoptadas no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo.

Trabajos en Tensión: Para realizar un trabajo en tensión, se atenderá a lo dispuesto en el R.D. 614/2001-Anexo III.

Los Trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión. El método de trabajo y los equipos y los materiales deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto del suyo. Los equipos y los materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo.

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión deberá estar acreditada por un organismo homologado, esto es, provista del Carné de Habilitación expedido por su empresa que acredite su capacitación y autorización para la ejecución de dichos trabajos. La habilitación del personal es el proceso de selección, formación teórica-práctica, pruebas de conocimientos y aptitudes y reconocimientos requeridos para la obtención del Carné de Habilitación.

La zona de trabajo deberá señalizarse y delimitarse adecuadamente. Las medidas preventivas deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables y el trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permite una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.

Se atenderá a lo establecido en el R.D. 614/2001- Anexo IV y a lo establecido en las normas de la Compañía Suministradora (Operación, Maniobras y Descargos en AT y MT).

Las maniobras locales y las mediciones ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados en BT y por trabajadores cualificados en AT, pudiendo ser éstos auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y los materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de los materiales.

En maniobras locales con interruptores o seccionadores:

El método de trabajo empleado debe prever los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas.

En las mediciones, ensayos y verificaciones:

1. En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones para evitar la alimentación intempestiva de la misma.

2. Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior, se tomarán las precauciones para asegurar que:

- La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.

- Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.

3. Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

17.5. ORDEN Y LIMPIEZA

17.5.1. **OBJETO**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad referentes al orden y limpieza en el puesto de trabajo.

17.5.2. **INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

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.

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.

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.

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 segundad y salud de los trabajadores.

Se deben especificar métodos para el apilamiento seguro de los materiales, debiendo tener en cuenta la altura de la pila, carga permitida por metro cuadrado, ubicación, etc.

Para el apilamiento de objetos pequeños debe disponerse de recipientes que, además de facilitar el apilamiento, simplifiquen el manejo de dichos objetos.

Para el manejo apilamiento de materiales deben emplearse medios mecánicos, siempre que se pueda.

Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo y los medios de su uso, a saber: equipo de protección individual y prendas de trabajo, armarios de ropas y prendas de trabajo, herramientas, materiales y otros, asignados especifican a su custodia.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

Todas las herramientas de mano, útiles de máquinas, etc., deben mantenerse siempre perfectamente ordenados y para ello han de disponerse soportes, estantes, etc.

Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios, dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona.

Se puede prever con anticipación la cantidad de desperdicios, recortes y desechos y considerar los lugares donde se reducirán, a fin de tomar las medidas necesarias para retirarlos a medida que se vayan produciendo.

Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. o se verterán en los mismos líquidos inflamables, colillas, etc.

Simples botes o bandejas de hojalata con serrín, colocados en los lugares donde las máquinas o las transmisiones chorrean aceite o grasa, así como salpicaderos y bandejas, evitan las condiciones peligrosas que pueden producir lesiones graves por caídas.

Los derrames de líquido (ácidos, aceites, grasas, etc.) se limpiarán inmediatamente, una vez eliminada la causa de su vertido, sea cierre de fuga, aislamiento de conducción, caída de envase u otros

Los residuos inflamables como algodones de limpieza trapos papeles restos de madera recipientes metálicos contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa se eliminará doblándolo cortándolo o retirándolo del suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usados a modo que se mantengan en perfecto estado.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar

El empleo de colores claros v agradables en la pintura de la maquinaria ayudará mucho a la conservación y al buen mantenimiento.

Una buena medida es pintar de un color las partes fijas de la máquina y de otro más llamativo, las partes que se mueven. De esta forma el trabajador se aparta instintivamente de los órganos en movimiento que le puedan lesionar.

Es frecuente encontrar las paredes, techos, lámparas y ventanas ennegrecidos por la suciedad que se va acumulando. Esto hace disminuir la luminosidad del local y aumenta en consecuencia el riesgo de accidente. Además, un lugar sucio y desordenado resulta triste y deprimente e influye negativamente en el ánimo y el rendimiento de los trabajadores.

Se recomienda pintar los techos de blanco. Las paredes, hasta tres metros de altura, pueden pintarse de colores claros y tonos suaves. Si las paredes tienen más de tres metros de altura, se pintarán de blanco de tres metros hasta el techo.

Las zonas de paso o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones.

Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener, durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo y especialmente en los lugares cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles.

Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo, barandillas, tablones de plataforma, escaleras, etc., sin la debida autorización del responsable del tajo, previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

17.6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN

17.6.1. **OBJETO**

A continuación, se detallan las recomendaciones de seguridad y salud referentes a los equipos de protección que se encuentran el as obras. Los equipos de protección colectiva suelen ser barreras artificiales provisionales, intercalados entre superficie de trabajo y suelo, con el fin de evitar la caída de trabajadores y materiales.

17.6.2. **EQUIPOS DE PROTECCIONES PERSONALES**

Protecciones de la cabeza:

1. Cascos para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas CE indicando la función a que van destinados, así como el aislamiento eléctrico.

2. Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.

3. Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica.

4. Pantalla facial inactínica: Es obligatorio para toda persona que realice un trabajo que encierre un riesgo de arco eléctrico.

5. Gafas en trabajos con riesgo de accidente ocular, tal como: proyecciones de partículas materiales, polvos y humos, sustancias gaseosas irritantes, cáusticas o tóxicas, salpicaduras de líquidos, en trabajos de obra civil (revestimientos, morteros, perforaciones, picado), pintura, manipulación de productos corrosivos, limpieza con productos corrosivos, soplado con aire comprimido, empleo de arena, utilización de pistolas clavadoras, etc.

6. Máscaras filtrantes: Se recomienda para todos los trabajos que provoquen nubes de polvo.

Protecciones de extremidades superiores:

1. Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos. Es obligatorio en los siguientes trabajos: eslingado y manipulación de materiales, montaje de piezas pesadas o que tengan aristas agudas, etc.

2. Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán homologados según norma Técnica reglamentaria MT-4. Cada guante deberá llevar en sitio visible un sello con la inscripción Ministerio de Trabajo, fecha y clase.

3. Guantes cuero soldador.

4. Guantes ignífugos de protección térmica. Estos se usarán bajo los guantes aislantes.

5. Guantes de protección contra los productos químicos (en función del producto químico a manipular).

6. Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas según la norma técnica reglamentaria MT-26 sobre aislamiento de seguridad de las herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.

Protecciones de extremidades inferiores:

1. Calzado de seguridad de clase III homologado.

2. Cubre calzado para manipulación de piraleno.

3. Botas de trabajo contra agresivos químicos. Especialmente indicadas en aquellos trabajos en los que se manipulen álcalis, ácidos, cloro, amoniaco o cualquier otro producto corrosivo. Deberán utilizarse siempre con calcetines, para evitar rozaduras.

Protecciones del cuerpo:

1. Arnés de seguridad para trabajos con riesgo de caídas de altura, hundimientos y desprendimientos o en el acceso a lugares que puedan tener riesgo de asfixia. Es obligatorio en trabajos a más de 2 m de altura, cuando se trabaje a alturas inferiores a 2 m de altura y exista riesgo de accidente, se utilizará según los casos y se dispondrán las protecciones más adecuadas. Un arnés de seguridad debe llevar todos los accesorios necesarios para la ejecución del trabajo, tales como cuerda de sujeción y, si procede, amortiguador de caídas.

Estos accesorios deben ser verificados antes de su uso, al igual que el sistema anticaída, revisando particularmente el reborde de los agujeros previstos para el paso del hebijón de la hebilla.

Se comprobará que los ensamblajes son sólidos, que no están rotos los hilos de las costuras, que los remaches, si los hay, no están en mal estado; que las hebillas y anillos no están deformados y no presentan síntomas de rotura. Además, deben ser mantenidos en perfecto estado de limpieza.

18. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa de obligada aplicación que a continuación se cita, cuyo listado es meramente enunciativo, mas no limitativo.

Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales

Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre de 1995, que aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

1996

- Resolución de 15 de abril de 1996. Relación de los Organismos notificados por los Estados miembros de la CEE para la aplicación de la Directiva del Consejo 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples.
- Resolución de 25 de abril de 1996, de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, por la que se publica, a título informativo, información complementaria establecida por el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

1997

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y modificación posterior Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real decreto 39/1997, de 17 de enero.
- Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Orden de 21 de febrero de 1997, por el que se modifica el Anexo I, del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.
- 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 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluye pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- 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.
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986 (DEROGADA POR Ley 10/1998), de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio
- Resolución de 16 de julio de 1997, que constituye el Registro de Empresas Externas regulado en el Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo de 1997, de protección operacional de los trabajadores externos.
- 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.
- Artículos del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea 95 (antiguo 100 A) Y 138 (antiguo 118 A) (Tratado de Ámsterdam, 2 de octubre de 1997)
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1998

- Resolución de 18 de febrero de 1998, de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social
- Orden de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 700/1998, de 24 de abril de 1998 por el que se modifica el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.

- Orden de 14 de mayo de 1998, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Orden de 30 de junio de 1998, por el que se modifica partes del articulado y partes de los Anexos I, III, V y VI del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Orden de 15 de julio de 1998, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos
- Resolución de 10 de septiembre de 1998, que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por Real Decreto 2291/1985, de 8 noviembre.
- Orden de 11 de septiembre de 1998, por el que se modifica partes de los Anexos I y VI del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Orden de 15 de diciembre de 1998, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

1999

- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
- Orden de 30 de marzo de 1999 por la que se establece el día 28 de abril de cada año como Día de la Seguridad y Salud en el Trabajo
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Orden de 29 de abril de 1999 por la que se modifica la Orden de 6 de mayo de 1988 de Requisitos y Datos de las Comunicaciones de Apertura Previa o Reanudación de Actividades
- Orden de 16 de julio de 1999, por el que se modifica partes de los Anexos I y V del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o de mercancías.
- Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto de 1999, complementa la Ley 10/1998, de 21 de abril, estableciendo las Medidas para la Eliminación y Gestión de los Policlorobifenilos, Policloroterfenilos y Aparatos que los contengan.

- Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación.
- Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras.
- Resolución de 23 de noviembre de 1999, que dicta instrucciones con el fin de incluir en la estructura presupuestaria de la Seguridad Social para 1999 la nueva prestación de «Riesgo durante el embarazo».

2000

- Orden de 11 de febrero de 2000, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Orden de 24 de marzo de 2000, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Orden de 5 de junio de 2000 por la que se modifica la ITC MIE-AP7 del Reglamento de Aparatos a Presión sobre botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
- Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. (Fecha actualización 20 de octubre de 2000).
- Orden de 6 de julio de 2000, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, (artículos relacionados con PRL) por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Orden de 5 de octubre de 2000 por la que se modifican los anexos I, III, IV y VI del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995.
- Orden de 25 de octubre de 2000, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Orden de 31 de octubre de 2000 por la que se establece, para las botellas fabricadas de acuerdo con las Directivas 84/525/CEE, 84/526/CEE y 84/527/CEE, el procedimiento para la comprobación de los requisitos complementarios, establecidos en la ITC MIE-AP 7 del Reglamento de Aparatos a Presión.

- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre de 2000, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación.

2001

- Real Decreto 309/2001, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Orden de 5 de abril de 2001 por la que se modifican los anexos I IV V VI y IX del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- 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.
- Resolución de 9 de abril de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 6 de abril de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de Policlorobifenilos (PCB), Policloroterfenilos (PCT) y Aparatos que los Contengan (2001-2010).
- Corrección de errores de la Resolución de 9 de abril de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de abril de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de Policlorobifenilos (PCB), Policloroterfenilos (PCT) y Aparatos que los Contengan (2001-2010).
- 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 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Artículo 14 de la Ley 12/2001, de 9 de julio, de medidas urgentes de reforma del mercado de trabajo para el incremento del empleo y la mejora de su calidad.
- Resolución de 16 de octubre de 2001, de la Subsecretaría, por la que se convierten a euros las cuantías de las sanciones previstas en el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Real Decreto 1161/2001, de 26 de octubre, por el que se establece el título de Técnico superior en Prevención de Riesgos Profesionales y las correspondientes enseñanzas mínimas.
- Orden de 7 de diciembre de 2001, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Artículos 34, 35 y 37 de la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.

2002

- Orden CTE/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.
- Corrección de errores de 18 de abril del 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.
- Orden de 25 de junio de 2002, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Resolución de 23 de julio de 2002, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, por la que se regulan los ficheros automatizados de datos de carácter personal de este Instituto Nacional.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Orden PRE/2317/2002, de 16 de septiembre de 2002, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- Real Decreto 1002/2002, de 27 de septiembre, por el que se regula la venta y utilización de aparatos de bronceado mediante radiaciones ultravioletas.
- Orden PRE 2666/2002 de 25 de octubre de 2002, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Orden CTE/2723/2002, de 28 de octubre, por la que se modifica el anexo IV del Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE, del Consejo, de 29 de abril, relativa a equipos a presión transportables.
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre de 2002, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
- Resolución de 26 de noviembre de 2002, de la Subsecretaría, por la que se regula la utilización del Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo (DeltU) que posibilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo, aprobados por la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre.
- Ley 45/2002, de 12 de diciembre, de medidas urgentes para la reforma del sistema de protección por desempleo y mejora de la ocupabilidad.

2003

- Corrección de errores de la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
- Orden PRE/375/2003 de 24 de febrero de 2003, por la que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen Limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 277/2003, de 7 de marzo, por el que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Profesionales.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- Orden PRE/730/2003 de 25 de marzo de 2003, por la que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen Limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.
- Real Decreto 1273/2003, de 10 de octubre, por el que se regula la cobertura de las contingencias profesionales de los trabajadores incluidos en el Régimen Especial de la Seguridad Social de los Trabajadores por Cuenta Propia o Autónomos, y la ampliación de la prestación por incapacidad temporal para los trabajadores por cuenta propia.
- Sentencia de 27 de octubre de 2003, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se anula el Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

- Ley 52/2003, de 10 de diciembre, de disposiciones específicas en materia de Seguridad Social.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.

2004

- 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 290/2004, de 20 de febrero, por el que se regulan los enclaves laborales como medida de fomento del empleo de las personas con discapacidad.
- Orden PRE/473/2004, de 25 de febrero, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (éter de pentabromodifenilo, éter de octabromodifenilo)
- Corrección de errores del Real Decreto 290/2004, de 20 de febrero, por el que se regulan los enclaves laborales como medida de fomento del empleo de las personas con discapacidad
- Orden PRE/1895/2004, de 17 de junio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (sustancias clasificadas como carcinógenas, mutágenas y tóxicas para la reproducción).
- Orden PRE/1954/2004, de 22 de junio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (nonilfenol, etoxilados de nonilfenol y cemento).
- Real Decreto 1595/2004, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Corrección de errores de la Orden PRE/1895/2004, de 17 de junio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (sustancias clasificadas como carcinógenas, mutágenas y tóxicas para la reproducción).
- Orden PRE/3159/2004, de 28 de septiembre, por la que se modifica el anexo 1 del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (métodos de ensayo de colorantes azoicos).
- Orden TAS/3302/2004, de 8 de octubre, por la que se nombran los miembros de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- Real Decreto 2097/2004, de 22 de octubre, por el que se aplaza, para determinados equipos, la fecha de aplicación del Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE del Consejo, de 29 de abril de 1999, relativa a los equipos a presión transportables. BOE núm. 270 de 9 de noviembre de 2004.
- 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 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Incluida su Corrección de errores y erratas.

2005

- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 2267/2004, 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Orden PRE/556/2005, de 10 de marzo por el que se modifica la Orden PRE/473/2004, de 25 de febrero, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (éter de pentabromodifenilo, éter de octabromodifenilo).
- Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno.
- Real Decreto 689/2005, de 10 de junio, por el que se modifica el Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero, y el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas a la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo, para regularla actuación de los técnicos habilitados en materia de prevención de riesgos laborales.
- Orden PRE/1933/2005, de 17 de junio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (dispositivos de perforación).
- Corrección de errores del Real Decreto 689/2005, de 10 de junio, por el que se modifica el Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero, y el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas a la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo, para regular la actuación de los técnicos habilitados en materia de prevención de riesgos laborales.

- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Resolución de 8 de noviembre de 2005, de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se autoriza a la Asociación Española de Normalización y Certificación, para asumir funciones de normalización en el ámbito de la gestión de riesgos.
- Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco.

2006

- Orden PRE/3/2006, de 12 de enero, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.
- Real Decreto-Ley 2/2006, de 10 de febrero, por el que se modifican los tipos impositivos del Impuesto sobre las Labores del Tabaco, se establece un margen transitorio complementario para los expendedores de tabaco y timbre y se modifica la Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco.
- Real Decreto 229/2006, de 24 de febrero, sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Resolución de 11 de abril de 2006, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Corrección de errores en la Resolución de 11 de abril de 2006, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Orden PRE/1244/2006, de 20 de abril, por la que se modifican los anexos I y V del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, 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, y el Real Decreto

1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Orden TAS/2383/2006, de 14 de julio, por la que se modifica la Orden TAS/1974/2005, de 15 de junio, por la que se crea el Consejo Tripartito para el seguimiento de las actividades a desarrollar por las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Seguridad Social.
- Orden PRE/2743/2006, de 5 de septiembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (tolueno y triclorobenceno).
- Orden PRE/2744/2006, de 5 de septiembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (hidrocarburos aromáticos policíclicos en aceites diluyentes y en neumáticos).
- Real Decreto 1114/2006, de 29 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Resolución de 29 de diciembre de 2006, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se establecen los criterios a seguir para la incorporación de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social al Sistema de Información Contable de la Seguridad Social.

2007

- Orden TAS/1/2007, de 2 de enero, por la que se establece el modelo de parte de enfermedad profesional, se dictan normas para su elaboración y transmisión y se crea el correspondiente fichero de datos personales.
- Orden PRE/164/2007, de 29 de enero, por la que se modifican los anexos ll, III y V del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.
- Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres.

- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Resolución de 26 de marzo de 2007, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se publica el acuerdo de encomienda de gestión con el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para el desarrollo durante 2007, de determinadas actividades de prevención correspondientes al ámbito de la Seguridad Social y se fija el importe para su financiación.
- Resolución de 2 de abril de 2007, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se determinan las actividades preventivas a realizar por las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social durante el año 2007, en desarrollo de la Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 597/2007, de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.
- Orden PRE/1648/2007, de 7 de junio, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.
- Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo.
- Real Decreto 902/2007, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en lo relativo al tiempo de trabajo de trabajadores que realizan actividades móviles de transporte por carretera.
- 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.

2008

- Resolución de 2 de septiembre de 2008, de la Dirección General de Industria, por la que se publica la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 87/404/CEE relativa a los recipientes a presión simples.
- Real Decreto 1802/2008, de 3 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

2009

- Real Decreto 295/2009, de 6 de marzo, por el que se regulan las prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social por maternidad, paternidad, riesgo durante el embarazo y riesgo durante la lactancia natural.

2010

- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas

2011

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
- Real Decreto 1388/2011, de 14 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 2010/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de junio de 2010 sobre equipos a presión transportables y por la que se derogan las Directivas 76/767/CEE, 84/525/CEE, 84/526/CEE, 84/527/CEE y 1999/36/CE.

2013

- Real Decreto 88/2013, de 8 de febrero, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria AEM 1 "Ascensores" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, aprobado por Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre

2014

- Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
- Resolución de 27 de marzo de 2014, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se publica la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión.

2015

- 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 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

2016

- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores

2017

- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.

Son de obligado cumplimiento, además las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los trabajadores
  - Ley 11/1994, de 19-03-94, por la que se modifican determinados artículos del Estatuto de los Trabajadores y del texto articulado de la Ley de Procedimiento Laboral y de la Ley sobre infracciones y sanciones en el orden social (BOE nº 122 de 23-05-94).
  - Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley General de la Seguridad Social
  - Decreto 2.065/1974, de 30-05-74 (BOE nº 173 y 174 de 20 y 22-07-74).
  - Real Decreto Ley 1/1986, de 14-03-86, por la que se aprueba la Ley General de la Seguridad Social.
  - Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.

Asimismo, serán de obligado cumplimiento los Procedimientos de Seguridad y Salud de la Contrata Principal aplicables al proceso de Construcción.

18.1. APLICACIÓN DE LA LEY 32/2007 REGULADORA DE LA SUBCONTRATACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

1. Requisitos de solvencia y calidad empresarial que se van a exigir a las empresas subcontratistas:

Para que una empresa pueda intervenir en el proceso de subcontratación en esta obra, como subcontratista, deberá acreditar el cumplimiento de los requisitos contenidos en los arts. 4.1 y 4.2 a):

2. Disponer de infraestructura y medios adecuados para llevar a cabo la actividad y ejercer directamente la dirección de los trabajos (Art. 4.1).

3. Garantizar que todo el personal que preste servicios en las obras dispone de formación en materia de prevención de riesgos laborales (incluido el personal directivo) (Art. 4.2 a).

4. Disponer de una organización preventiva adecuada (Art. 4.2 a).

La acreditación de los requisitos contenidos en el art. 4.2 a) se hará en la forma que se señala en el art. 4.3, para el momento en el que ya se cuente con registro de empresas acreditadas a que se refiere el art. 6 de la Ley y su cumplimiento.

No obstante, hasta tanto no exista registro de empresas acreditadas, está vigente el deber de la contrata principal de vigilar el cumplimiento de dichas obligaciones por la subcontratista.

5. Inscripción en el Registro de empresas acreditadas.

La exigencia de inscribirse en un registro oficial, que alcanza a cada contrata y subcontratistas (arts. 4.2 b), 4.3 y 6) solo cabe a partir de su creación, y teniendo en cuenta, además, las previsiones sobre transitoriedad, que no será exigible hasta tanto hayan transcurrido 12 meses desde entrada en vigor del Reglamento 1109/2007, plazo que se entiende necesario para que las Comunidades Autónomas puedan poner en marcha dichos registros.

6. Cumplimiento de los límites en el régimen de subcontratación.

La aplicación del régimen de subcontratación previsto en el art. 5, con respecto a los límites que en el mismo se establece, afectará en todo su vigor a esta obra.

7. Acceso al libro de subcontratación.

El acceso al libro de subcontratación será exigible en la obra. Dicho acceso debe permitirse al promotor de la obra, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, el jefe de seguridad, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

8. Información a los representantes de los trabajadores sobre contrataciones y subcontrataciones.

La información a los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra, sobre las contrataciones y subcontrataciones llevadas a cabo en la misma también serán exigibles desde el inicio de la obra.

19. PLIEGO DE CONDICIONES

19.1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

19.1.1. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Además de las obligaciones atribuidas al contratista por la legislación vigente y lo establecido en los anteriores capítulos del presente Estudio, le corresponderán las que a continuación se indican.

Antes del día 15 de cada mes el representante del contratista, o el Jefe de obra, deberán remitir al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución los siguientes documentos referidos al mes anterior:

- Jornadas no trabajadas por los accidentes ocurridos en jornada de trabajo.
- Índice de frecuencia, Índice de incidencia, Índice de gravedad e Índice de accidentes mortales. Se aportarán los índices calculados de acuerdo con lo indicado en el apartado ÍNDICES DE SINIESTRALIDAD, del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.
- Partes de Accidente de Trabajo.
- Relación de Accidentes de Trabajo Ocurridos sin Baja Médica.

Se entregarán al coordinador copia de los mismos documentos presentados ante la Entidad Gestora o Colaboradora con la que se tenga cubierta la protección de esta contingencia, tanto los cumplimentados por el empresario como por los trabajadores autónomos.

Facilitar, a las personas designadas por la Propiedad, el acceso a la documentación propia del contratista para verificar los datos entregados en función de lo exigido en los apartados anteriores.

En caso de accidente y con independencia de lo contemplado en el Plan de Seguridad y Salud:

- Notificarlo verbalmente, de forma inmediata, al Director de la Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución, remitiéndoles a la mayor brevedad un sucinto informe sobre las circunstancias del accidente y datos de los accidentados.
- Remisión al director de la Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución, en el plazo de siete días desde que ocurrió el accidente del informe sobre el mismo.

19.2. ÍNDICE DE SINIESTRALIDAD

Se proporciona a continuación la definición y forma de cálculo de los índices indicados en el apartado anterior, iguales a los empleados por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (MTYAS).

1. Índice de Frecuencia

Relaciona el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el número de horas trabajadas en dicho período.

Se calculará por la expresión:

$$If = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas} \times 10^6$$

Representa el número de accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo, por cada millón de horas trabajadas por el colectivo expuesto al riesgo.

En su cálculo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se tomarán como base los formularios que el contratista deberá elaborar en cumplimiento de lo establecido en el punto de Obligaciones del Contratista en Materia de Seguridad y Salud.
- Sólo se contabilizarán las horas reales de trabajo, descartando por consiguiente, permisos, vacaciones, bajas por enfermedad o accidentes, etc.
- Se tendrá en cuenta todo el personal que trabaje en la obra, incluido el de los subcontratistas y también a los trabajadores autónomos.
- Estarán referidos a accidentes con baja.
- Se contabilizarán únicamente los accidentes ocurridos durante las horas de trabajo, por lo tanto se excluirán los accidentes ocurridos en el trayecto de ida y vuelta al trabajo ("in itinere").
- El número total de horas trabajadas se calculará como sumatorio de las horas efectuadas por trabajador y día trabajado, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, es decir, serán las horas realmente trabajadas por todo el personal de la obra.
- Para el resto de casos especiales se estará tanto a lo dispuesto por el Director de la Obra como a los criterios fijados por el MTYAS.

1. Índice de Incidencia

Relaciona el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el número medio de personas expuestas al riesgo considerado en dicho período.

Se calculará por la expresión:

$$Ii = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes}{Nº\ Medio\ de\ Personas\ Expuestas} \times 10^3$$

Representa el número de accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo por cada mil personas expuestas.

En su cálculo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las anteriores enumeradas para la determinación del Índice de Frecuencia.
- El denominador es la media de los trabajadores expuestos en el período considerado, que se calculará como media de las medias mensuales de trabajadores en el período. La media mensual de trabajadores se hallará en base al formulario de entrega de datos que el contratista cumplimentará, que será el cociente entre la suma de trabajadores diario durante todo el mes y el número de días trabajados en el mes.

2. Índice de Gravedad

Relaciona el número de jornadas perdidas por el accidente durante un período de tiempo y el total de horas trabajadas durante dicho período de tiempo.

Se calcula por la siguiente expresión:

$$Ig = \frac{Nº\ Total\ de\ Jornadas\ perdidas\ por\ accidentes}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas} \times 10^3$$

Representa el número de jornadas perdidas, por los accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo, por cada mil horas trabajadas.

En su cálculo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las anteriormente enumeradas para la determinación del Índice de Frecuencia.
- Para el cálculo de las jornadas perdidas se considerarán los días naturales de baja como diferencia de la fecha establecida en los partes de baja y alta médica.
- Para los accidentes en los que, a la fecha de cierre de la estadística, no haya finalizado el proceso, es decir, no se haya "casado" el parte médico de baja con su correspondiente de alta se establecerá, a juicio del Director de la Obra un número de jornadas perdidas para cada caso en esta situación, utilizando como base para esta estimación criterios semejantes a los del MTYAS.
- En este índice no se considerarán las jornadas perdidas en caso de accidente mortal, salvo en el caso de que entre el accidente y la muerte transcurra más de un día, contabilizándose entonces las jornadas desde el accidente hasta que falleció.

3. <u>Índice de frecuencia de accidentes mortales</u>

Relaciona el número de accidentes mortales registrados en un período de tiempo y el número de horas trabajadas en dicho período.

Se calcula por la siguiente expresión:

$$Ifm = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ Mortales}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas} \times 10^8$$

Representa el número de accidentes mortales ocurridos en jornada de trabajo por cada cien millones de horas trabajadas por el colectivo expuesto al riesgo.

El denominador es el mismo que el calculado en el Índice de Frecuencia.

4. Índice de Incidencia de accidentes mortales

Relaciona el número de accidentes mortales registrado en un período de tiempo y el número medio de personas expuestas al riesgo considerado.

Se calcula por la siguiente expresión:

$$Iim = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ Mortales}{Nº\ Medio\ de\ Personas\ Expuestas} \times 10^5$$

Representa el número de accidentes mortales en jornada de trabajo por cada cien mil personas expuestas.

El denominador es el mismo que el calculado en el Índice de Frecuencia.

5. <u>Índices de Siniestralidad correspondientes a cada mes</u>

Mensualmente se calcularán los índices del mes, de la forma siguiente:

$$If = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ del\ Mes}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas\ en\ el\ Mes} \times 10^6$$

$$Ig = \frac{Nº\ Total\ de\ Jornadas\ Perdidas\ por\ los\ Accidentes\ del\ mes}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas\ en\ el\ mes} \times 10^3$$

$$Ii = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ del\ Mes}{Nº\ Medio\ de\ Personas\ Expuestas\ en\ el\ Mes} \times 10^3$$

$$Ifm = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ Mortales\ del\ Mes}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas\ en\ el\ Mes} \times 10^8$$

$$Iim = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ Mortales\ del\ Mes}{Nº\ Medio\ de\ Personas\ Expuestas\ en\ el\ Mes} \times 10^5$$

6. Índices de Siniestralidad a origen de obra

Mensualmente se calcularán los índices acumulados desde el comienzo de la obra:

$$If = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ a\ Origen\ de\ Obra}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas\ a\ Origen\ de\ Obra} \times 10^6$$

$$Ig = \frac{Nº\ Total\ de\ Jornadas\ Perdidas\ por\ los\ Accidentes\ a\ Origen\ de\ Obra}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas\ a\ Origen\ de\ Obra} \times 10^3$$

$$Ii = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ a\ Origen\ de\ Obra}{Nº\ Medio\ de\ Personas\ Expuestas\ a\ Origen\ de\ Obra} \times 10^3$$

$$Ifm = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ Mortales\ a\ Origen\ de\ Obra}{Nº\ Total\ de\ Horas\ Trabajadas\ a\ Origen\ de\ Obra} \times 10^8$$

$$Iim = \frac{Nº\ Total\ de\ Accidentes\ Mortales\ a\ Origen\ de\ Obra}{Nº\ Medio\ de\ Personas\ Expuestas\ a\ Origen\ de\ Obra} \times 10^5$$

19.3. PROTECCION MEDIAMBIENTAL

La influencia de las actividades de construcción sobre el medio ambiente es un factor de preocupación social, por lo que las Administraciones, Clientes Privados y opinión pública exigen cada vez más políticas respetuosas con el medio ambiente.

Por otra parte, el mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza, la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de sustancias o materiales peligrosos, la recogida de materiales peligrosos utilizados y el almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros son principios generales aplicables durante la ejecución de la obra y vienen recogidos en el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre (B.O.E. nº 256, de 25 de Octubre).

Para ser consecuentes con esta legislación, se habilitará en obra un recinto impermeabilizado, debidamente señalizado y perimetralmente vallado, en el que se ubicarán, entre otros:

1. Parque de maquinaria
2. Depósitos de combustibles
3. Productos químicos, inflamables, corrosivos, ...

La superficie estimada para el recinto es función del volumen de maquinaria y de los acopios que se instalen.

El cerramiento será definido en el Presupuesto del Estudio. Contará con iluminación suficiente y portón de acceso para personas y vehículos.

La superficie del terreno que se destine a tal fin será previamente explanada y los materiales resultantes de la explanación serán utilizados para formar un cordón perimetral que evite la entrada de las aguas de escorrentía dentro del recinto (excepto en la zona de accesos).

19.4. SEGUROS

Todo el personal, tanto directo, como subcontratado, así como los trabajadores autónomos estará dado de alta en la Seguridad Social, estando asimismo asegurados contra todo riesgo de accidentes laborales, teniendo actualizada toda su documentación.

19.5. LIBRO DE INCIDENCIAS

El artículo 13 del Real Decreto 1627/1997, así como el RD 1109/07, regulan las funciones de este documento.

Existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente.

El libro de incidencias se mantendrá siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas que intervienen en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo

de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en la normativa.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el supuesto casos de riesgo grave e inminente, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

19.6. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ÁREAS AUXILIARES DE OBRA

Los trabajadores dispondrán de tantas instalaciones de higiene y bienestar como sea necesario. Para ello, se tendrán en cuenta el número de trabajadores máximos en obra en los momentos punta.

Cuando los trabajadores tengan que utilizar ropa especial de trabajo tendrán a su disposición vestuarios, los cuales serán de fácil acceso y con dimensiones suficientes para el número de trabajadores que los vayan a utilizar. Si fuese necesario también se dispondrá de duchas apropiadas y en número suficiente, provistos con asientos y taquillas individuales.

Siempre se utilizarán instalaciones adecuadas para el uso de cuartos de baño con agua corriente caliente y fría, y con retretes.

Igualmente, si fuese necesario se dispondrá de casetas habilitadas para el descanso de los trabajadores y otras como comedores, dotadas de mesas y sillas en número suficiente, calienta-comidas, piletas con agua corriente y menaje suficiente para el número de operarios existentes en la obra. Habrá también un recipiente para recogida de basuras.

Se mantendrán siempre en perfecto estado de limpieza y conservación.

Cerramiento de obra

Valla de paneles enrejados galvanizados sobre soportes de hormigón

Condiciones preventivas de los cuadros eléctricos

Los cuadros utilizados en la obra serán metálicos, dotados de su correspondiente puerta y cerradura con llave, según lo dispuesto en la norma UNE-2034.

Todas las carcasas de los cuadros deberán disponer de su correspondiente toma de tierra.

En el caso de encontrarse dos cuadros muy próximos, ambos deberán tener conectadas sus carcasas a una misma toma de tierra, evitando de esta forma la aparición de diferencias de potencial.

Si bien los cuadros eléctricos han de ser resistentes a la intemperie, deberán estar dotados de viseras protectoras para el agua.

Para colocar los cuadros eléctricos en la obra, se dispondrán colgados sobre paramentos verticales o sobre pies derechos correctamente nivelados y estabilizados.

Los elementos de conexión a los cuadros estarán normalizados para poder trabajar a la intemperie.

Para realizar labores de montaje o mantenimiento en los cuadros eléctricos, se utilizarán alfombrillas aislantes, a la vez que los correspondientes equipos de protección individual.

Deberá existir en el cuadro una inscripción que recuerde el peligro ante la presencia de "ELECTRICIDAD".

1. Cuadro general de obra Pmax= 180 Kw

Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 180 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100x100 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A., relé diferencial reg. 0-1 A., 0-1 s., transformador toroidal sensibilidad 0.3 A., dos interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x160 A., y 10 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios.

2. Cuadro general de obra pmáx=360 kw

Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 360 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 120x100 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x800 A., relé diferencial reg. 0-1 A., 0-1 s., transformador toroidal sensibilidad 0.3 A., tres interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x160 A., y 10 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios.

3. Condiciones preventivas de las tomas de energía

Las clavijas utilizadas en la obra para el suministro de energía serán siempre machos-hembras.

Como medida de seguridad ante posibles contactos eléctricos directos, la tensión estará siempre en la clavija "hembra" y nunca en la "macho".

Las clavijas utilizadas estarán normalizadas y protegidas contra contactos eléctricos directos, siendo sustituidas cuando se detecte el más mínimo desperfecto en ellas.

Durante las labores de enchufe y desenchufe de las clavijas, se tirará de la misma, y nunca del cable evitando así la rotura de éste.

Cada clavija servirá para dar corriente a un elemento receptor de energía, bien sea una máquina, máquina-herramienta o cualquier otro aparato.

Todos los elementos metálicos, que en un momento dado puedan entrar en tensión por efecto de una derivación, deberán tener su correspondiente toma de tierra.

La toma de tierra anteriormente mencionada deberá encontrarse protegida mediante una funda en colores amarillo y verde.

Cuando existan cuadros eléctricos generales distintos, las tomas de tierra serán independientes eléctricamente.

En el caso de encontrarse en la obra máquinas-herramientas sin doble aislamiento, su toma de tierra se realizará a través del neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.

El transformador general de la obra estará dotado de su correspondiente toma de tierra.

En el terreno donde se encuentra hincada la pica, se mejorará su conductividad vertiendo agua de forma periódica.

4. Toma de tierra general de la obra

Especificación técnica.

Red de toma de tierra general de la obra formada por: 40-0,2 y cable desnudo de cobre de 0,5 mm de diámetro, presillas de conexión; Arqueta de fábrica de ladrillo hueco doble de 1,5 cm, para conexión, dotada de tapa de hormigón y tubo pasacables. Incluso parte proporcional de construcción, montaje, mantenimiento y demolición.

5. Toma de tierra para estructuras metálicas fijas

Descripción del elemento.

Red de toma de tierra general de la obra formada por: pica y cable desnudo de cobre de 12 de diámetro, presillas de conexión; Arqueta de fábrica de ladrillo hueco doble de 30 x 30 cm, para conexión, dotada de tapa de hormigón y tubo pasacables, incluso parte proporcional de construcción, montaje, mantenimiento y demolición.

6. Condiciones preventivas para la instalación de alumbrado

Se dispondrá la iluminación suficiente para trabajar con seguridad. Al mismo tiempo, la iluminación artificial se colocará a una altura que permita llegar a todos los puntos en los que se esté trabajando.

Aquellos elementos que se coloquen para suministrar iluminación artificial, se dispondrán perfectamente estabilizados sobre "pies derechos".

Las masas de receptores fijos de alumbrados, se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (grado de protección recomendable I.P. 447), según lo establecido en el R.B.T.

La iluminación mediante portátiles se realizará con portalámparas estanco de seguridad, con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentados a 24 V en locales húmedos o mojados.

7. Condiciones preventivas durante el mantenimiento de la instalación eléctrica provisional

Nunca se permitirá realizar labores de mantenimiento en máquinas eléctricas sin comprobar previamente la desconexión de la misma de la red eléctrica.

El personal encargado del mantenimiento de la instalación, será electricista en posesión del carné profesional correspondiente.

La maquinaria eléctrica será revisada por personal especialista en cada máquina.

8. Condiciones preventivas para la protección de los circuitos

Todos los elementos que se dispongan para la protección de los circuitos, se dimensionarán minorándolos, es decir, no permitiendo que el elemento al que protegen llegue a la máxima carga admisible.

Toda la maquinaria eléctrica de la obra se protegerá usando diferenciales.

De igual forma, todas las líneas eléctricas se protegerán utilizando para ello disyuntores diferenciales. La sensibilidad de dichos diferenciales variará dependiendo del elemento que protejan:

9. 300 mA: Se utilizará generalmente para proteger la alimentación que reciben las máquinas. Para mejorar el nivel de protección, puede instalarse diferenciales de 30 mA de sensibilidad.

10. 30 mA: Se utilizará dicha sensibilidad en el caso de instalaciones portátiles de iluminación.

Todo el alumbrado portátil de la obra, se alimentará mediante una tensión de seguridad que será de 24 V en caso de locales húmedos o mojados.

Todas las líneas que toman corriente de los cuadros de distribución, así como todas aquellas que alimentan máquinas, y todos aquellos elementos de funcionamiento eléctrico, deberán disponer de interruptores automáticos.

La instalación de alumbrado general que se utilizan en las casetas de obra, estará dotada de interruptores automáticos magnetotérmicos.

11. Interruptor diferencial calibrado selectivo de 30 mA.

12. Especificación técnica.

Interruptor diferencial calibrado selectivo de 30 mA marca ##B08D#, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra, incluso parte proporcional de instalación y retirada.

Calidad: Nuevos, a estrenar.

13. Tipo de mecanismo.

Interruptor diferencial de 30 miliamperios comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; especialmente calibrado selectivo, ajustado para entrar en funcionamiento antes que lo haga el del cuadro general eléctrico de la obra, con el que está en combinación junto con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

14. Instalación.

En los cuadros secundarios de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

15. Mantenimiento.

Se revisará diariamente, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.

Diariamente se comprobará que no han sido puenteados, en caso afirmativo, se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer los motivos que le llevaron a ella con el fin de eliminarlos.

16. Conexiones eléctricas de seguridad

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadotes estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

Interruptor diferencial de 30 ma

17. Especificación técnica.

Interruptor diferencial de 30 mA comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra o similar; instalado en el cuadro general eléctrico de la obra, en combinación con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

Calidad: Nuevos, a estrenar

18. Tipo de mecanismo.

Interruptor diferencial de 30 miliamperios comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; instalado en el cuadro general eléctrico de la obra, en combinación con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

19. Instalación.

En el cuadro general de obra, de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

20. Mantenimiento.

Se revisará diariamente, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.

Diariamente se comprobará por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o sus ayudantes, que no han sido puenteados, en caso afirmativo: se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer los motivos que le llevaron a ella con el fin de eliminarlos.

21. Conexiones eléctricas de seguridad.

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadotes estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

22. Interruptor diferencial de 300 ma

Especificación técnica.

Interruptor diferencial de 300 mA marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra. incluso parte proporcional de instalación y retirada.

Calidad: Nuevos, a estrenar.

23. Descripción técnica.

Interruptor diferencial de 300 miliamperios comercializado, para la red de fuerza; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; especialmente calibrado selectivo, ajustado para entrar en funcionamiento antes que lo haga el del cuadro general eléctrico de la obra, con el que está en combinación junto con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

24. Instalación.

En los cuadros secundarios de conexión para fuerza.

25. Mantenimiento.

Se revisarán a diario antes del comienzo de los trabajos de la obra, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.

Diariamente se comprobará que no han sido puenteados. En caso afirmativo, se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer las causas que le llevaron a ello, con el fin de eliminarlas.

26. Conexiones eléctricas de seguridad.

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadores estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

27. Condiciones preventivas de los interruptores

Las cajas de los interruptores deben tener la indicación que advierte de la presencia de electricidad mediante la frase "PELIGRO ELECTRICIDAD".

La colocación de las cajas de interruptores ha de garantizar una estabilidad en la misma, bien colocándola sobre "pies derechos" o bien colgándola sobre paramentos verticales.

Los interruptores se colocarán en el interior de cajas normalizadas provistas de puerta con cerradura de seguridad.

28. Interruptores diferenciales

Cuando sea necesario suministrar fluido eléctrico a la obra mediante una instalación provisional eléctrica, se emplearán cuadros eléctricos con interruptor diferencial en la cabecera de cada línea de distribución. Dicho interruptor estará calibrado para la carga a soportar y tendrá sensibilidad igual a 30 mA para la distribución de alumbrado y 300 mA para fuerza.

29. Portátiles de seguridad para iluminación eléctrica

En trabajos nocturnos y/o con poca visibilidad, para suministrar la intensidad de luz necesaria en obra, se emplearán focos de alumbrado portátiles que, o bien se alimentan a 24 V mediante transformadores de seguridad que garanticen la separación de circuitos, o bien tendrán doble aislamiento.

30. Especificación técnica.

Portátiles de seguridad para iluminación eléctrica formados por: portalámparas estancos; rejilla contra los impactos; lámpara de 150 W gancho para cuelgue; mango de sujeción de material aislante; manguera antihumedad de 25 m de longitud. Toma corrientes por clavija estanca de intemperie.

31. Características técnicas.

Estarán formados por los siguientes elementos:

Portalámparas estancos con rejilla contra los impactos, con gancho para cuelgue y mango de sujeción de material aislante de la electricidad.

Manguera antihumedad de la longitud que se requiera para cada caso, evitando depositarla sobre el pavimento, siempre que ello sea posible.

Toma corrientes por clavija estanca de intemperie.

Condición expresa de seguridad de obligado cumplimiento.

Se conectarán en los toma corrientes instalados en los cuadros eléctricos de distribución de zona.

Si el lugar de utilización es húmedo, la conexión eléctrica se efectuará a través de transformadores de seguridad a 24 voltios.

32. Responsabilidad.

Cada empresario que interviene en esta obra, será responsable directo de que todos los portátiles que use cumplan con estas normas, especialmente los utilizados por los trabajadores autónomos de la obra, fuere cual fuere su oficio o función y especialmente si el trabajo se realiza en zonas húmedas.

33. Transformadores

Cuando se requiera el empleo de transformadores para modificar la tensión de trabajo, serán de arrollamientos separados en los siguientes casos:

Transformación de baja tensión a pequeña tensión de seguridad.

Transformadores con fines de protección para separación de circuitos.

Transformadores de una tensión usual a una tensión especial. Para transformaciones pasajeras, podrán realizarse por medio de auto-transformador.

Transformadores de baja a alta tensión.

Los transformadores estarán instalados de manera que sus elementos en tensión, si ésta es superior a 50 V, sean inaccesibles.

En general, los transformadores no se colocarán sobre elementos combustibles.

19.7. EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Para la extinción de incendios se generaliza el uso de extintores, cumpliendo la norma UNE 23 VO, aplicándose por extensión la norma NBE CPI-96.

El vigilante de prevención y/o Delegado de Prevención debe estar informado de las zonas con peligro de incendio en la obra y de las medidas de protección disponibles en la misma, así como de los teléfonos de urgencia de los servicios públicos de extinción de incendios.

Los equipos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

1. Mantenimiento de los equipos de lucha contra incendios

Se realizará el mantenimiento de los equipos de lucha contra incendios siguiendo las recomendaciones del fabricante y concertando para ello la colaboración de una empresa especializada del Ministerio de Industria.

2. Ubicación de los extintores portátiles

Se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio (en especial transformadores, calderas, motores eléctricos y cuadros de maniobra y control), próximos a las salidas de los locales y siempre en lugares de fácil visibilidad y acceso. Se colocarán sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m del suelo, y siempre protegidos de daños físicos, químicos o atmosféricos.

3. Normas de seguridad para uso de los extintores de incendio

- Descolgar el extintor.
- Quitar el seguro que inmoviliza la maneta de disparo.
- Ponerse a sotavento.
- Accionar la maneta de disparo dirigiendo el chorro a la base de las llamas.
- O se extingue, dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

4. Extintor CO2 5 kg

Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 5 Kg. de agente extintor, modelo NC-5-P, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor.

5. Extintor polvo abc 12 kg

Extintor de polvo químico ABC POLIVALETE ANTIBRASA DE EFICACIA 43A/233B, de 12 Kg. de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-6-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110.

19.8. VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

1. Reconocimiento médico

Vigilancia de la salud: el Servicio de Prevención Ajeno que asume la especialidad de Medicina en el Trabajo es la Mutua de cada contrata

Reconocimiento médico por trabajador según protocolo médico establecido a la actividad desarrollada por el trabajador.

2. Botiquín de primeros auxilios

En la oficina de obra, así como en los lugares donde se haga preciso (y que cambian a lo largo de las diferentes fases de obra, asegurando siempre la Contrata su puesta a disposición para las curas de urgencia), se instalará un maletín botiquín de primeros auxilios, conteniendo todos los artículos que se especifican a continuación:

Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; povidona yodada; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; analgésicos.

Local de primeros auxilios

En caso de encontrarse en el centro de trabajo más de 250 trabajadores será necesario un local de 1º auxilios con un D.U.E. al frente. Según RD 1627/1997, Parte A, art 14)

3. Reposición botiquín de primeros auxilios

En la medida en que se vaya gastando, se repondrá el material utilizado en cada botiquín.

4. Camilla portátil

Camilla portátil para evacuaciones, compuesta por dos barras metálicas de sujeción y lona de apoyo.

19.9. FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

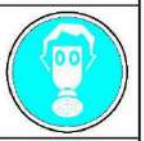
De conformidad con el artículo 18 de la ley de prevención de riesgos laborales, todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, formación e información de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran entrañar, junto con las medidas de seguridad que deben emplear.

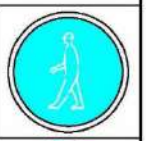
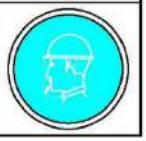
Granada, mayo de 2025

19.10. INSTRUCCIONES GRÁFICAS

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

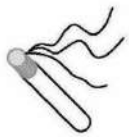
(REAL DECRETO 485/1997)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS OÍDOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
VÍA OBLIGATORIA PARA PEATONES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGACIÓN GENERAL, ACOMPAÑADA, SI PROCEDE, DE UNA SEÑAL ADICIONAL		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL CUERPO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN INDIVIDUAL OBLIGATORIA CONTRA CAÍDAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CARA		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

(REAL DECRETO 485/1997)

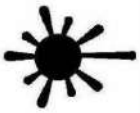
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO A LOS VEHÍCULOS DE MANUTENCIÓN		NEGRO	ROJO	BLANCO	
ENTRADA PROHIBIDA A PERSONAS NO AUTORIZADAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
NO TOCAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	

SEÑALES DE ADVERTENCIA (I)

(REAL DECRETO 485/1997)

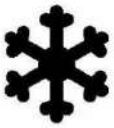
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIALES INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACCIÓN MATERIAL RADIACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACIÓN SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO ELÉCTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
PELIGRO NO DETERMINADO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LÁSER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETILLAS DE MANUTENCIÓN		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSIÓN SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

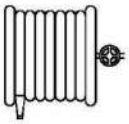
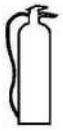
SEÑALES DE ADVERTENCIA (II)

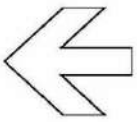
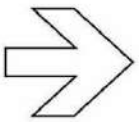
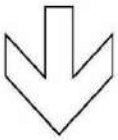
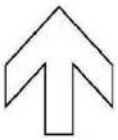
(REAL DECRETO 485/1997)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
MATERIAS COMBURENTES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES NO IONIZANTES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CAMPO MAGNÉTICO INTENSO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE TROPEZAR		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAÍDA A DISTINTO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO BIOLÓGICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LÁSER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
MATERIAS NOCIVAS O IRRITANTES		NEGRO	NARANJA	NEGRO	

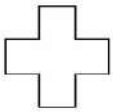
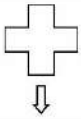
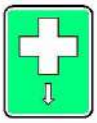
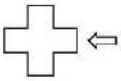
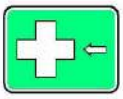
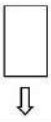
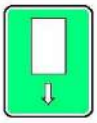
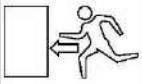
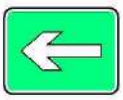
(REAL DECRETO 485/1997)

SIGNIFICADO DE LA SENAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
TELEFONO PARA AVISO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
MANGUERA DE LUCHA CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
ESCALERA DE MANO		BLANCO	ROJO	BLANCO	
EXTINTOR		BLANCO	ROJO	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SENAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SEÑAL ADICIONAL A LAS ANTERIORES QUE INDICA DIRECCION A SEGUIR		BLANCO	ROJO	BLANCO	
		BLANCO	ROJO	BLANCO	
		BLANCO	ROJO	BLANCO	
		BLANCO	ROJO	BLANCO	

SEÑALES DE SALVAMENTO

(REAL DECRETO 485/1997)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
UBICACIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
UBICACIÓN SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
TELEFONO DE SALVAMENTO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

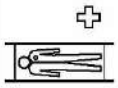
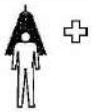
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAMILLA		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DUCHA DE SEGURIDAD		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LAVADO DE LOS OJOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	

TABLA QUE RELACIONA DISTANCIAS DE OBSERVACIÓN Y TAMAÑO DE LAS PLACAS

DIMENSIÓN CARACTERISTICA EN MM.	DISTANCIA MÁXIMA DE OBSERVACIÓN SEGÚN LA FORMA DE LA SEÑAL (MM)		
	△	○	□
1.189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

EN LA SEÑALIZACIÓN COMPLEMENTARIA DE RIESGO PERMANENTE SE DENOMINA DIMENSIÓN CARACTERÍSTICA AL LADO MAYOR, AL DIÁMETRO O LA DISTANCIA ENTRE BARRAS DE LAS PLACAS.

NOTA : NO ES VÁLIDA PARA SEÑALES DE SALVAMENTO, INDICACIÓN O ADICIONALES CON FORMATOS ALARGADOS.

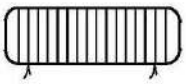
MEDIOS DE SEÑALIZACIÓN

DE DESVIACIÓN DEL TRÁFICO

PANELES DIRECCIONALES

CORDÓN REFLECTANTE DE BALIZAMIENTO

SEÑAL NORMALIZADA DE TRÁFICO CON PIE DE CRUCETA



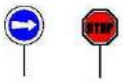
VALLA METÁLICA PARA CONTENCIÓN DE PEATONES

BALIZA LUMINOSA PERMANENTE DE COLOR ROJO

SEÑAL NORMALIZADA DE TRÁFICO-TRÍPODE

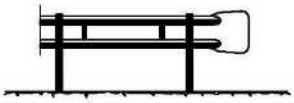
BALIZA LUMINOSA INTERMITENTE DE COLOR AMBAR

CINTA DE BALIZAMIENTO



PANELES DE SEÑALISTA

JALÓN DE SEÑALIZACIÓN



BARRERA DE SEGURIDAD-TIPO BIONDA

SEMÁFORO PORTÁTIL

CONO DE SEÑALIZACIÓN

GESTOS CODIFICADOS SEGÚN REAL DECRETO 485/1997

A) GESTOS GENERALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
COMIENZO ATENCIÓN TOMA DE MANDO.	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS DE FORMA HORIZONTAL, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.	
ALTO INTERRUPCIÓN FIN DEL MOVIMIENTO	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE.	
FINAL DE LAS OPERACIONES	LAS DOS MANOS JUNTAS A LA ALTURA DEL PECHO.	

B) MOVIMIENTOS VERTICALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
IZAR	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE. DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CÍRCULO.	
BAJAR	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ABAJO, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA EL INTERIOR. DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CÍRCULO.	
DISTANCIA VERTICAL	LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA.	

C) MOVIMIENTOS HORIZONTALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
AVANZAR	LOS DOS BRAZOS DOBLADOS, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL INTERIOR. LOS ANTEBRAZOS SE MUEVEN LENTAMENTE HACIA EL CUERPO.	
RETROCEDER	LOS DOS BRAZOS DOBLADOS, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL EXTERIOR. LOS ANTEBRAZOS SE MUEVEN LENTAMENTE ALEJÁNDOSE DEL CUERPO.	
HACIA LA **DERECHA** CON RESPECTO AL ENCARGADO DE SEÑALES	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO EN HORIZONTAL, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE. HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCIÓN.	
HACIA LA **IZQUIERDA** CON RESPECTO AL ENCARGADO DE SEÑALES	EL BRAZO IZQUIERDO EXTENDIDO EN HORIZONTAL, CON LA PALMA DE LA MANO IZQUIERDA HACIA ABAJO. HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCIÓN.	
DISTANCIA HORIZONTAL	LA SEPARACIÓN DE LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA.	

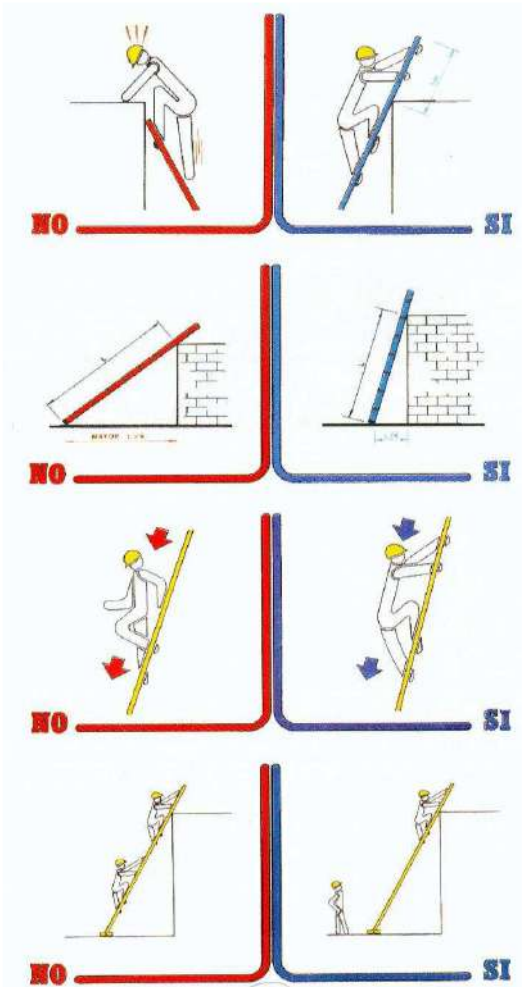
D) PELIGRO

SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
PELIGRO **ALTO** PARADA DE EMERGENCIA	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS HACIA ARRIBA, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.	
RÁPIDO	LOS GESTOS CODIFICADOS, REFERIDOS A LOS MOVIMIENTOS, SE HACEN CON RAPIDEZ.	
LENTO	LOS GESTOS CODIFICADOS, REFERIDOS A LOS MOVIMIENTOS, SE HACEN MUY LENTAMENTE.	

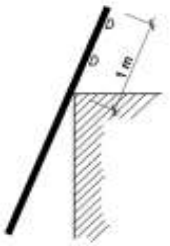
CONSIDERACIÓN PREVIA

ESTE CONJUNTO DE GESTOS NO IMPIDE QUE PUEDAN EMPLEARSE OTROS CÓDIGOS, PARTICULARMENTE EN DETERMINADOS SECTORES DE ACTIVIDAD, APLICABLES A NIVEL COMUNITARIO E INDICADORES DE IDÉNTICAS MANIOBRAS.

ESCALERAS DE MANO (I)



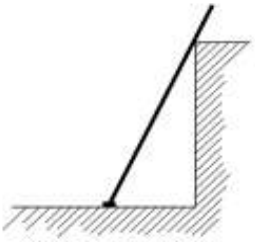
INCLINACIÓN RECOMENDADA



SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA

FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO

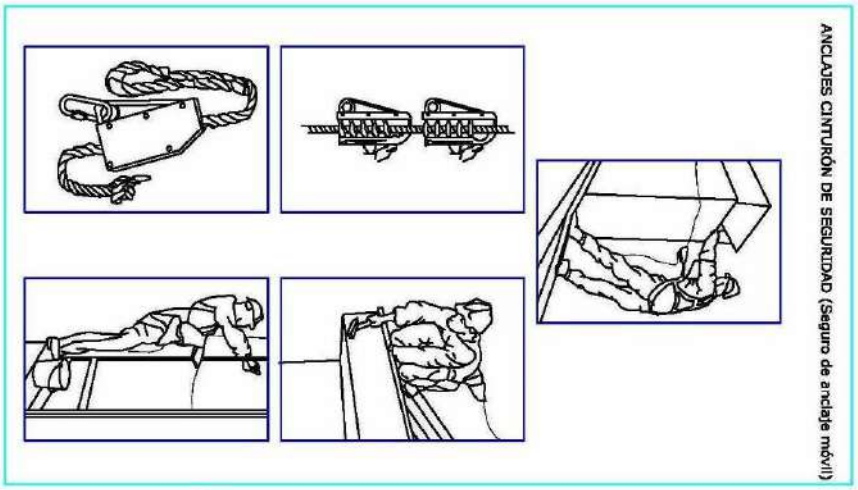
USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

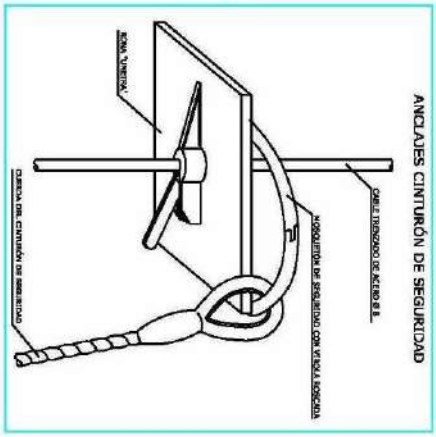


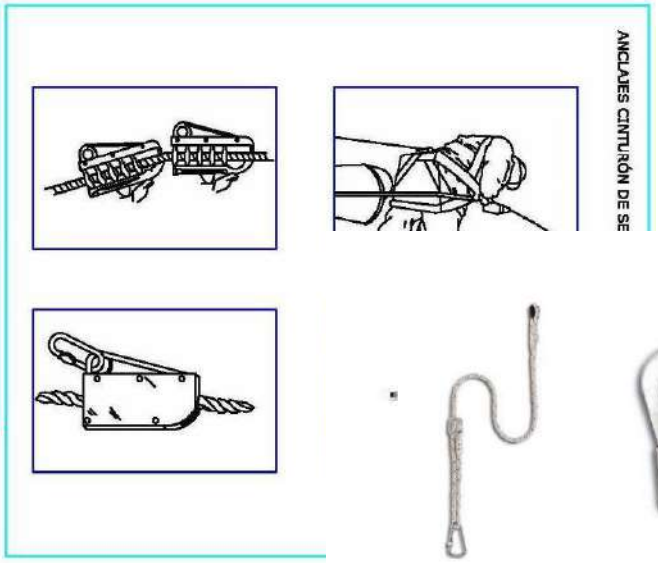
UN SOLO USUARIO A LA VEZ

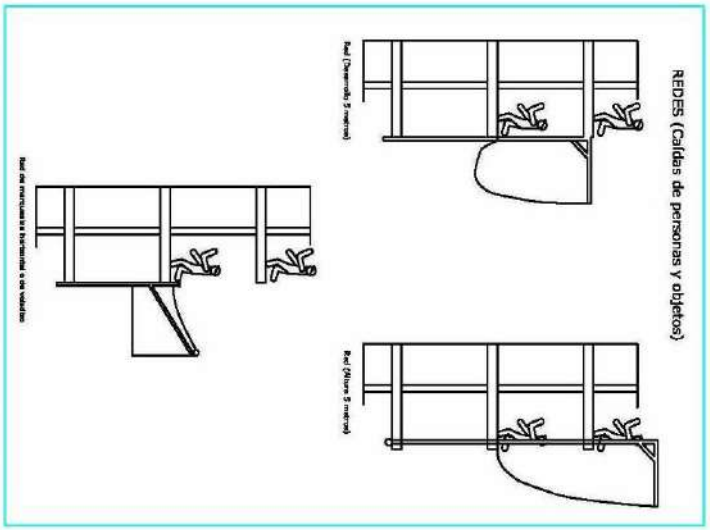
LAS ESCALERAS DE TIJERA DEBEN DISPONER DE CUERDA O CADENA Y DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

MEDIOS DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN ALTURA

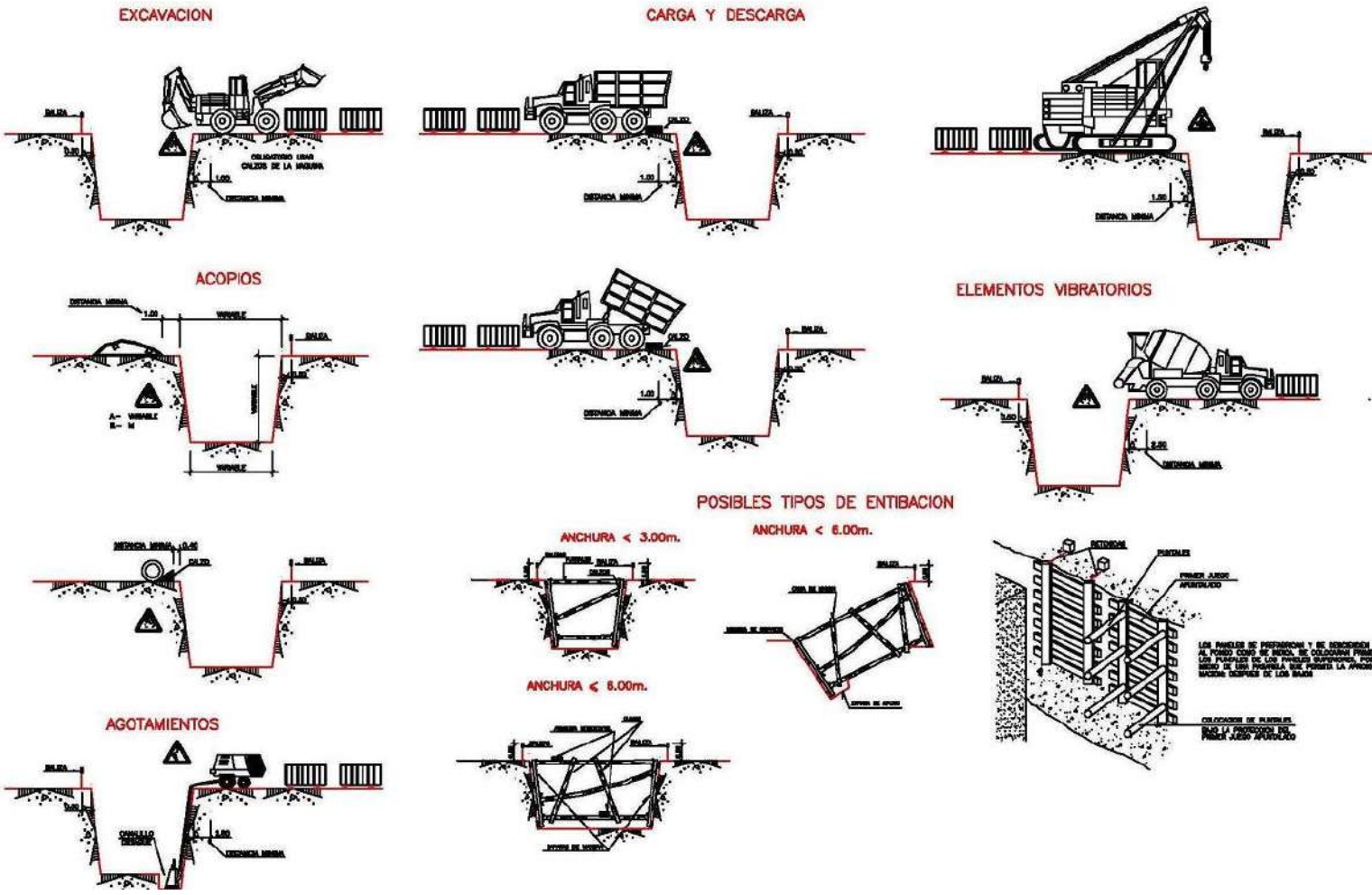




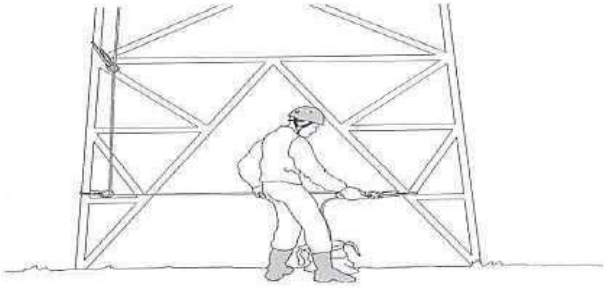


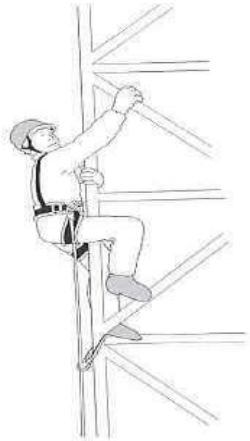


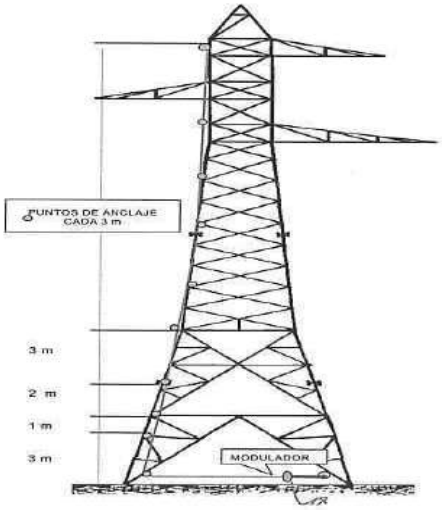
PROTECCIÓN ZANJAS



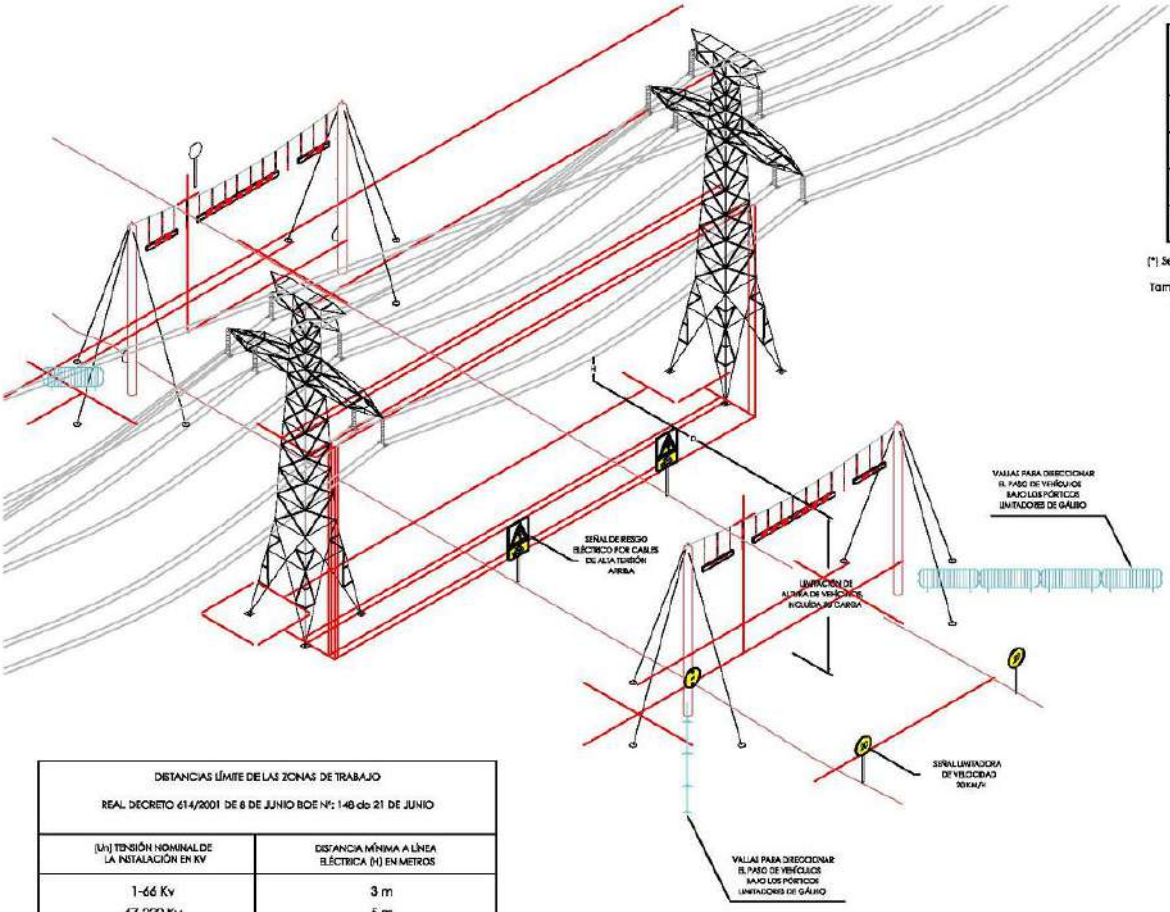
TRABAJOS EN ALTURA







PÓRTICO DE DELIMITACIÓN DE GÁLIBO BAJO LÍNEAS ELÉCTRICAS

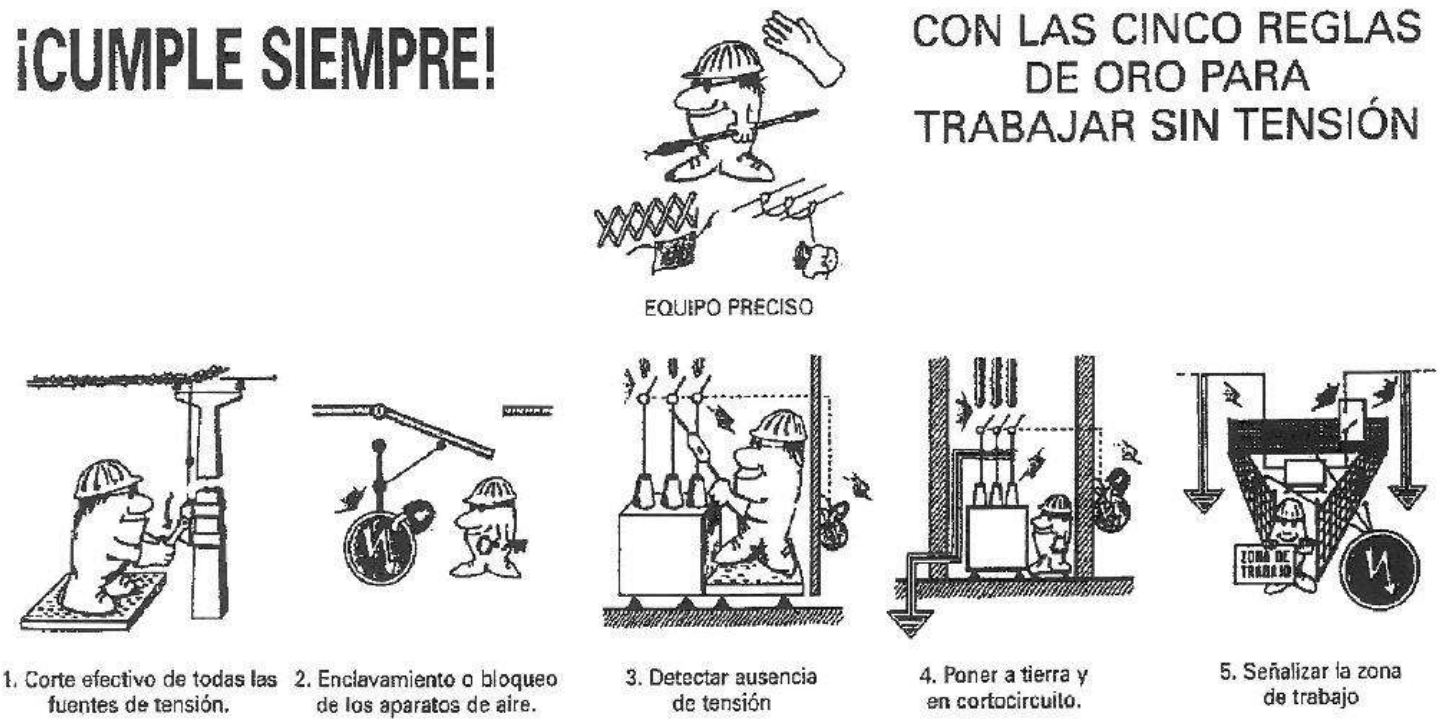


DISTANCIA (D) RECOMENDADA ENTRE GÁLIBO Y LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN, SEGÚN LA VELOCIDAD ESTIMADA DE APROXIMACIÓN (*)	
VELOCIDAD	DISTANCIA EN METROS
60 Km/h	50 - 100
40 Km/h	30 - 45
20 Km/h	10 - 20

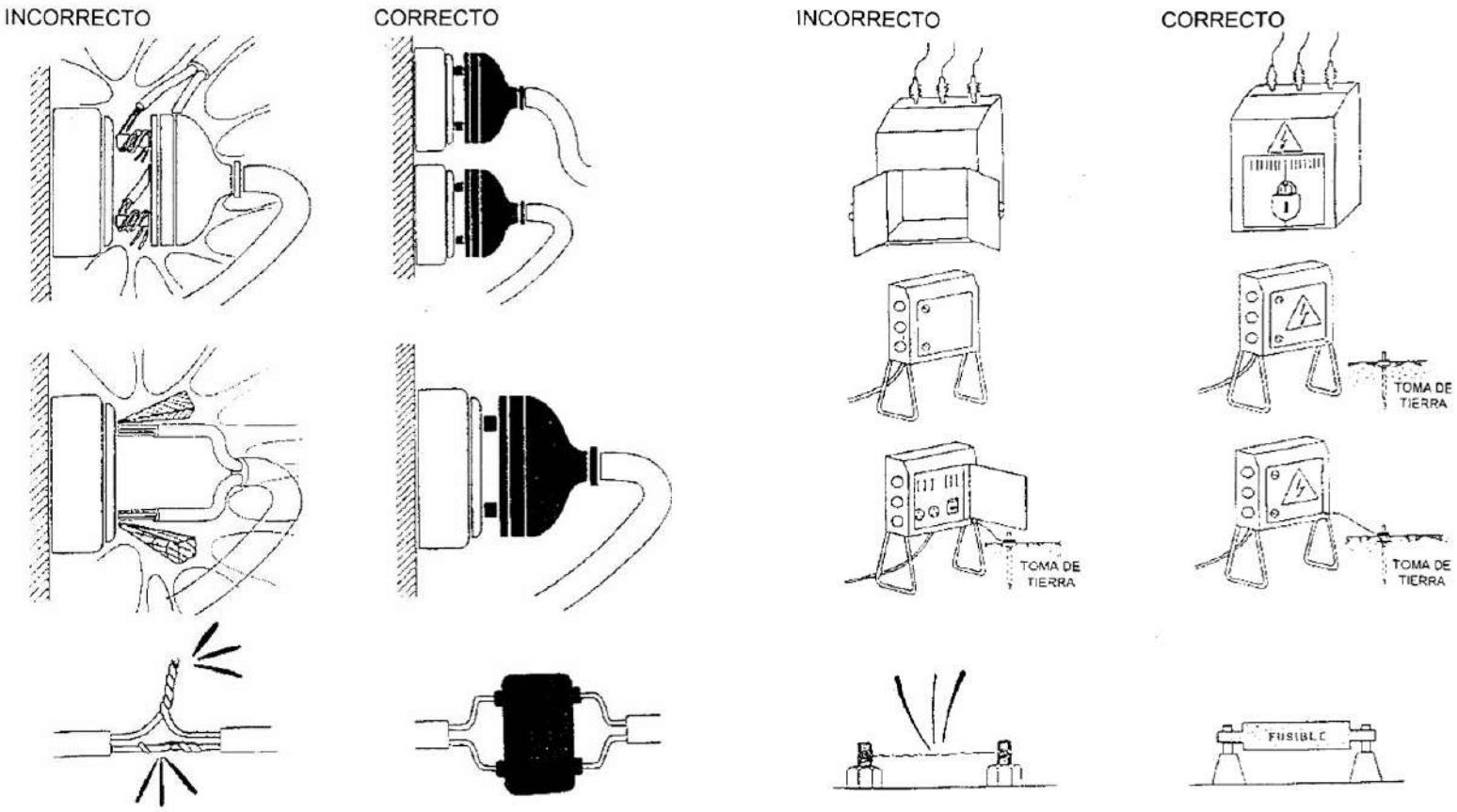
(*) Se considera un tiempo de reacción de 2 segundos y una deceleración entre 5 y 10 km / h / s. También se tendrá en cuenta el estado de la calzada, la pendiente, la visibilidad, la climatología, etc.

DISTANCIAS LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO REAL DECRETO 614/2001 DE 8 DE JUNIO BOE Nº: 148 de 21 DE JUNIO	
(Un) TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN EN KV	DISTANCIA MÍNIMA A LÍNEA ELÉCTRICA (H) EN METROS
1-66 Kv	3 m
67-220 Kv	5 m
221-380 Kv	7 m

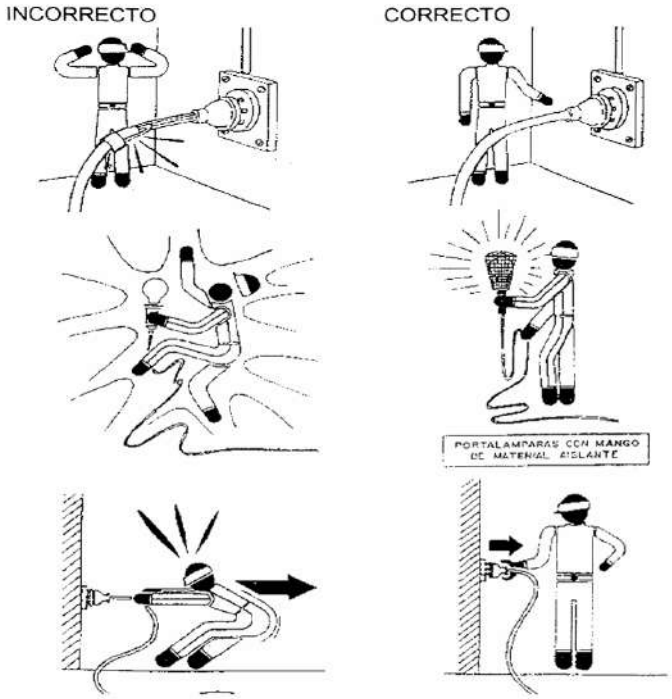
CINCO REGLAS DE ORO

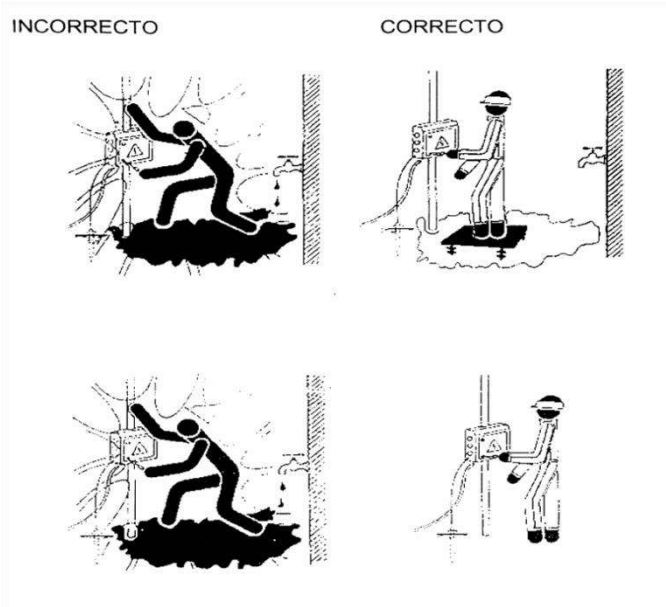


RIESGOS ELÉCTRICOS (I)



RIESGOS ELÉCTRICOS (II)

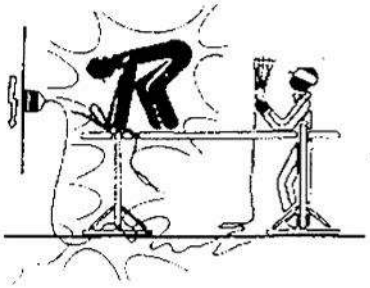


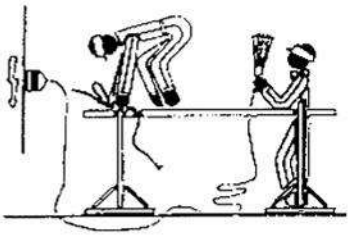


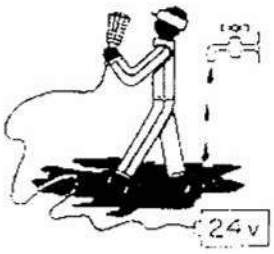
RIESGOS ELÉCTRICOS (III)

INCORRECTO

CORRECTO







Greening investments

ANEXO A PROYECTO DE EJECUCIÓN

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

POTENCIA INSTALADA

2,00 MW

ANEXO 10. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

ÍNDICE

1. OBJETO 3

2. NORMATIVA VIGENTE 3

3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS 4

4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO 6

5. RESULTADOS 9

6. CONCLUSIONES 10

7. REFERENCIAS 11

1. OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público, del Centro de Transformación en edificio prefabricado 15 kV. Un transformador, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El centro de transformación tipo prefabricado superficie con un transformador, 15 kV, engloba centros de transformación prefabricados, con una distribución similar a la calculada, con celdas blindadas de simple barra en MT, y niveles de tensión 10, 11, 13,2, 15 y 20 kV. En BT el nivel de tensión es 0,8 kV.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento del centro de transformación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

2. NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 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 las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 µT).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación con el campo magnético generado por el transformador de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

- Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
- Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.

- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
- Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octane. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una instalación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1],[2],[3].

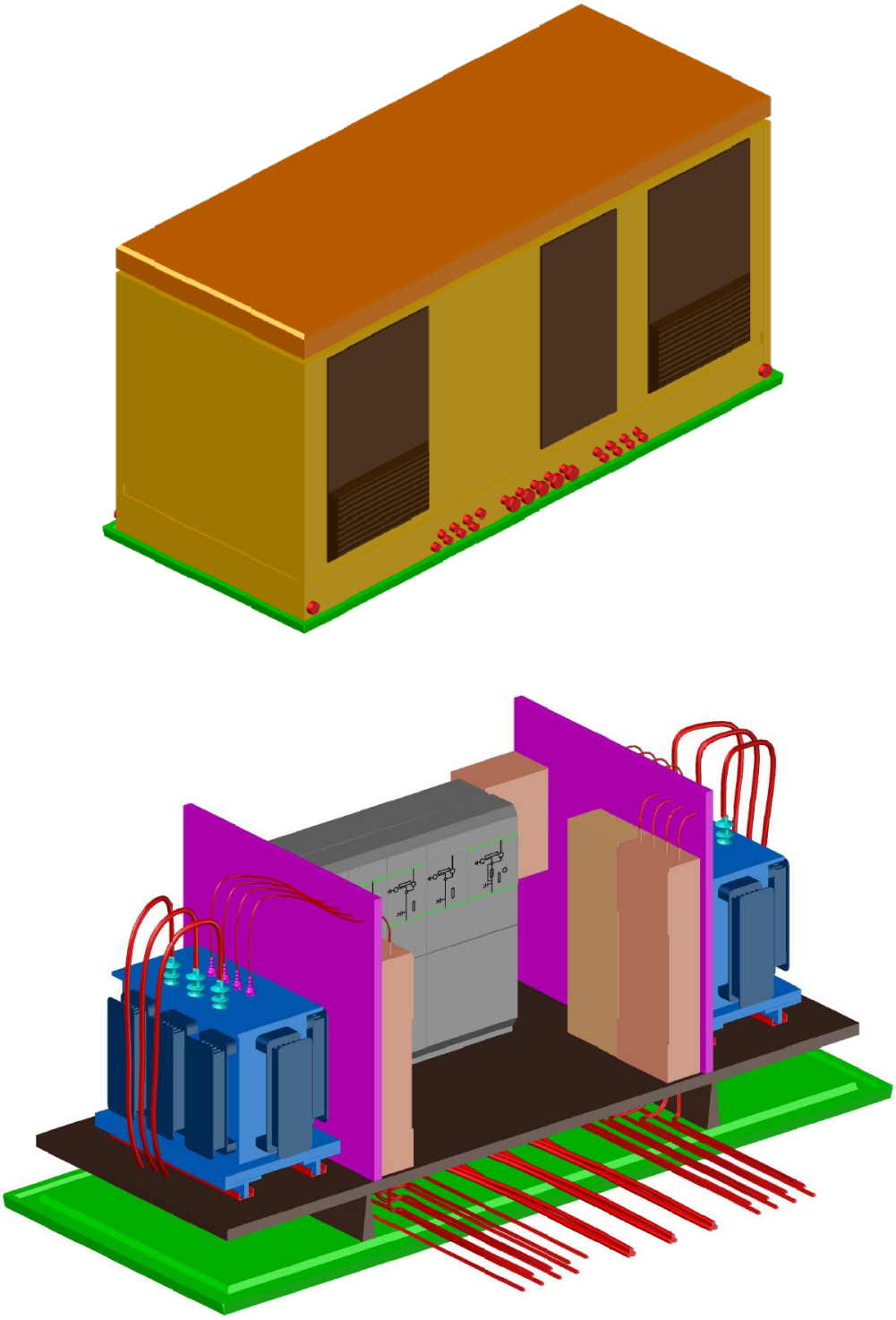
A modo de validación de la aplicación, se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. También se han realizado medidas de campo en la subestación de Utebo y se han comparado con los resultados obtenidos con la aplicación. El desarrollo de ambos métodos de validación se recoge en el anexo B de este documento.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la instalación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la instalación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la instalación a una altura de 1 m a efectos informativos.



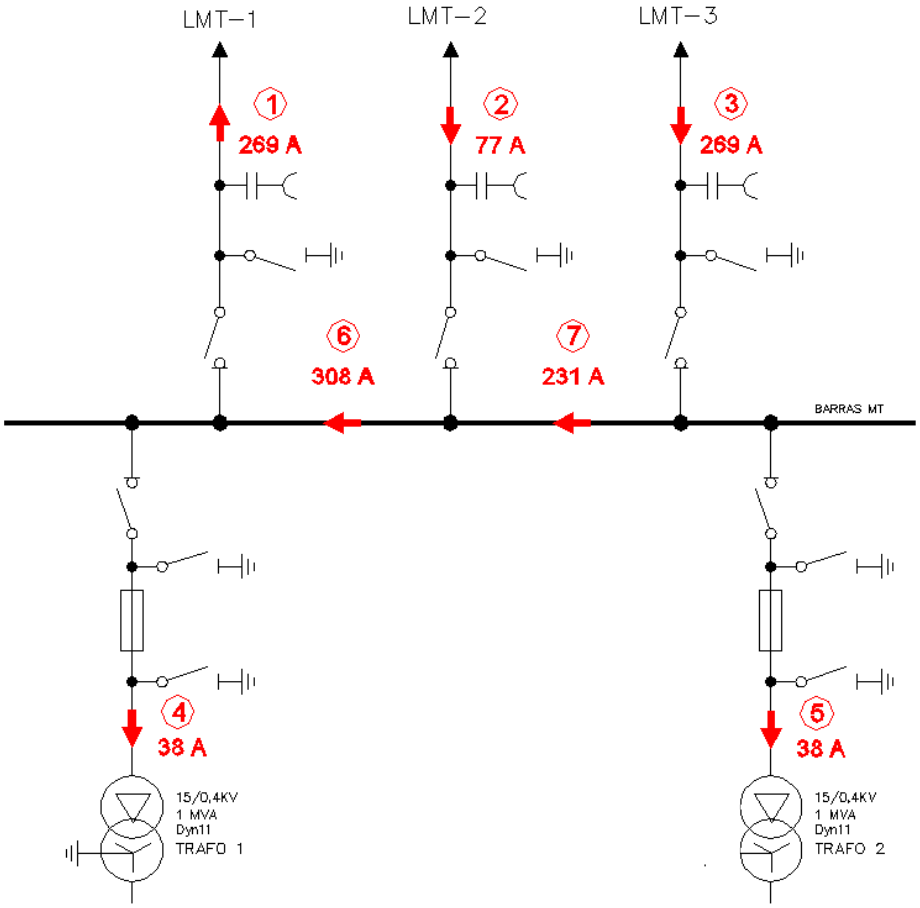
Vista 3D del centro de transformación

4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

El centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado 15 kV, un transformador calculado, consta de 2 niveles de tensión, 15 kV y 0,8 kV, y una unidad de transformación de 2.500 kVA.

Nivel de 20 kV.

- Tipo: Blindado y aislado
- Topología: Simple barra
- Posiciones de línea: 3
- Posiciones de transformador: 1
- Posiciones de medida: 1
- Superficie: 14,43 m^2



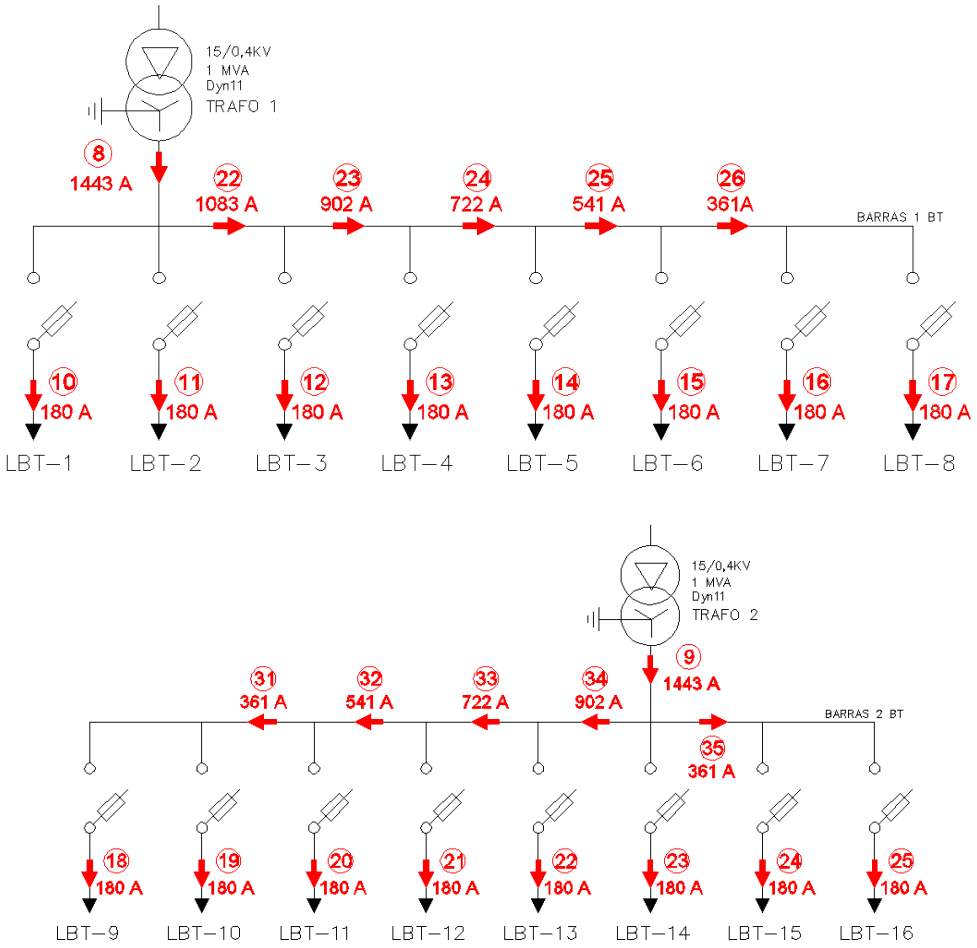
ESTUDIO

Nivel de 0,8 kV.

- Tipo: Interior
- Topología: Simple barra.
- Posiciones de línea: 16
- Posiciones de transformador: 2
- Posiciones de barras: 1

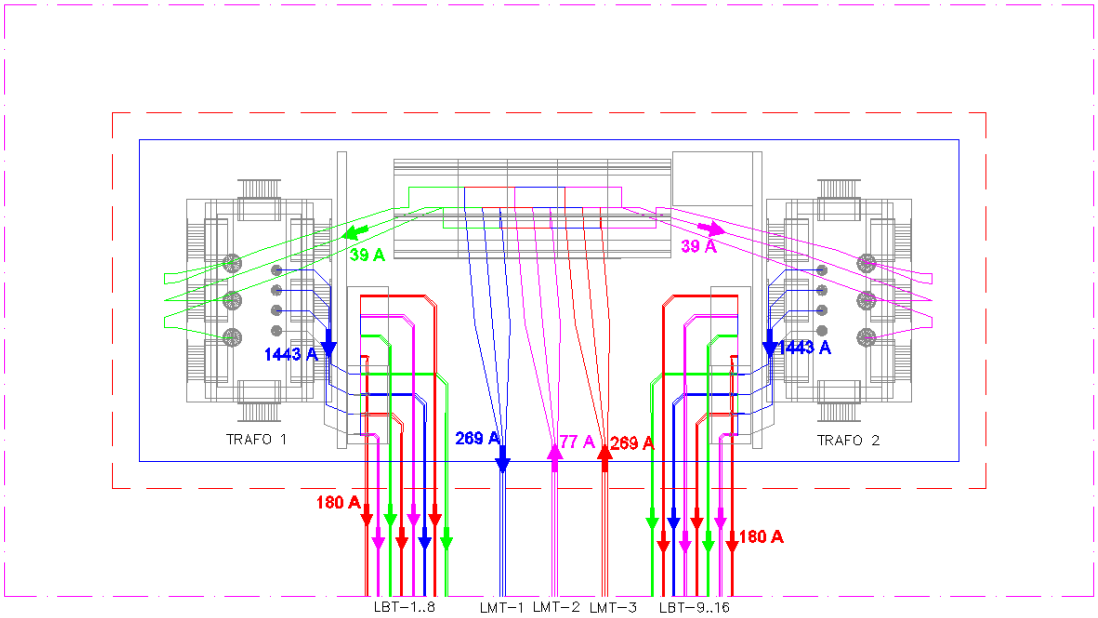
De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que se ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
2. Las posiciones del nivel de tensión 55 kV se ubican en el interior de un edificio, en celdas blindadas, cuya carcasa disminuye n el campo magnético en el exterior.
3. Los conductores de ambos niveles de tensión están constituidos en su totalidad por cables aislados secos con pantalla metálica exterior. Esto permite reducir el campo magnético exterior tanto por la propia pantalla como por el tendido de los cables en forma de tresbolillo.



Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (º)	TIPO
Línea 1 15 kV	1	269(1)	0	Trifásica equilibrada.
Línea 2 15 kV	2	77	0	Trifásica equilibrada.
Línea 3 15 kV	3	269(1)	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 15 kV	4	38(2)	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 2 Lado 15 kV	5	38(2)	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L1-L2	6	308	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L2-L3	7	231	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 0,8 kV	8	1443(2)	30	Trifásica equilibrada.
Trafo 2 Lado 0,8 kV	9	1443(2)	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,8 kV	10 - 17	180	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,8 kV	18 - 21	361	30	Trifásica equilibrada.
B1 0,8 kV : Línea 2- Línea 3	22	1083	30	Trifásica equilibrada
B1 0,8 kV : Línea 3- Línea 4	23	902	30	Trifásica equilibrada
B1 0,8 kV : Línea 4- Línea 5	24	722	30	Trifásica equilibrada
B1 0,8 kV: Línea 5- Línea 6	25	541	30	Trifásica equilibrada
B1 0,8 kV: Línea 6- Línea 7	26	361	30	Trifásica equilibrada
B2 0,8 kV: Línea 10- Línea 11	27	361	30	Trifásica equilibrada

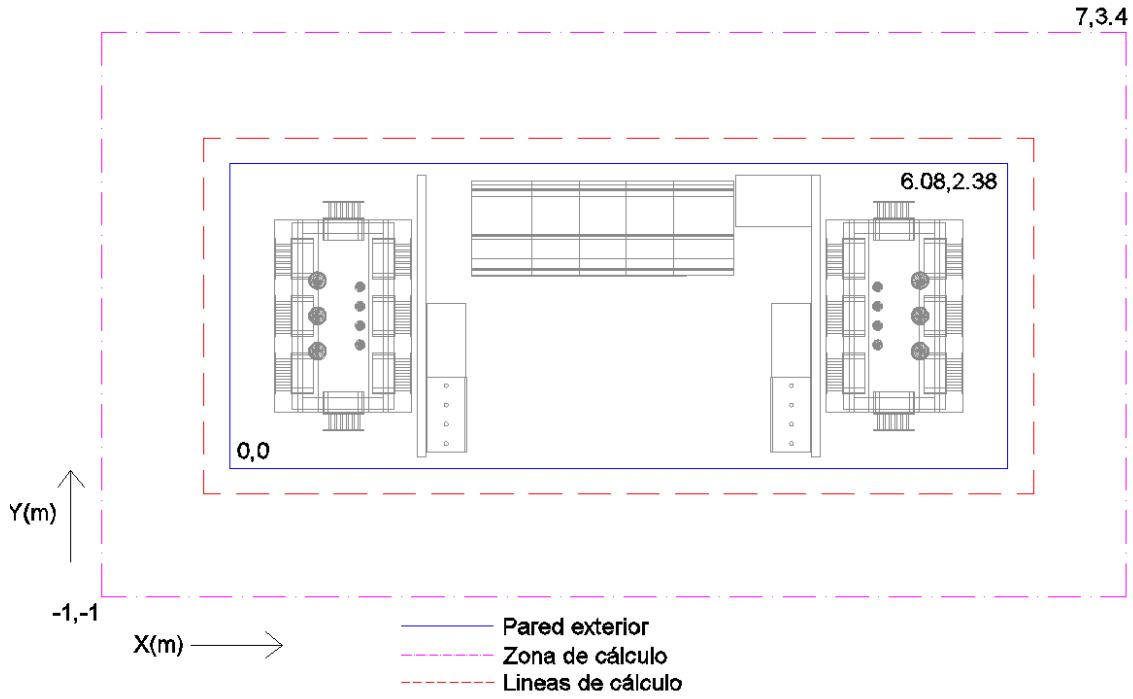


5. RESULTADOS

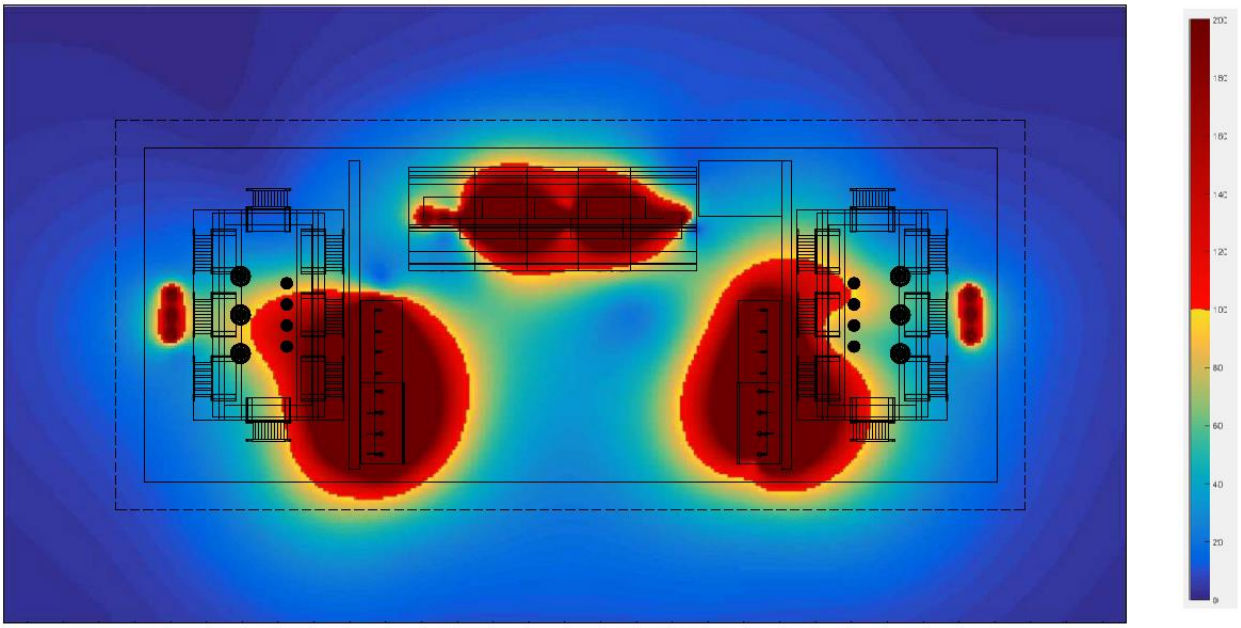
La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual del centro de transformación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro de transformación (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Se han presentado los resultados del campo magnético en el exterior de la pared del centro de transformación, a una distancia de 0,2 m del mismo, según las líneas de cálculo realizadas con las intensidades estimadas en el apartado anterior.



Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de cercana al cuadro de BT, siendo de 89,89 µT.



6. CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado debido a la actividad del centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado 24 kV un transformador, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 µT para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

7. REFERENCIAS

[1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup “Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations” 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.

[2] C. Munteanu, C. Diaconu, I. T. Pop, and V. Topa “Electric and Magnetic Field Distribution Inside High Voltage Power Stations from Romanian Power Grid” International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion. IEEE

[3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu “Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO” 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference

Granada, mayo de 2025

[redacted]

Greening investments

ANEXO A PROYECTO DE EJECUCIÓN

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO Y LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN A 15 KV CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO 2500 KVA 0,8/15 KV, EN TORREJÓN DE VELASCO, (MADRID)

POTENCIA INSTALADA

2,00 MW

ANEXO 11. ESTUDIO DE ÍNDICE SONORO Y VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ÍNDICE

1 INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTIVIBRACIONES 3

1.1. DESCRIPCIÓN DEL LOCAL 3

1.2. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO 3

1.3. NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE INMISIONES 3

1.4. NIVELES MÍNIMOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS CIERRES 4

2 ÍNDICE SONORO 5

3 VENTILACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8

3.1. INTRODUCCIÓN 8

3.2. VENTILACIÓN NATURAL. DIMENSIÓN MÍNIMA REJAS DE VENTILACIÓN 8

3.3. VENTILACIÓN FORZADA 8

1 INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTIVIBRACIONES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL LOCAL

El Centro de Transformación es de tipo obra civil.

Es de planta rectangular de dimensiones libre interiores de 6,08 m de largo y 2,38 m de ancho, y una altura libre vista de 3,04 m.

Todos los cierres son de hormigón armado vibrado de 8 cm de ancho con un acabado de pintura acrílica rugosa.

1.2. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

En cuanto al entorno exterior, el local está situado en polígono 15 parcela 82 Ref. Cat.:28150A015000820000HS en el termino municipal de Torrejón de Velasco, provincia de Madrid.

El local del Centro de Transformación NO confronta con ningún local, siendo este un CT aislado.

1.3. NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE INMISIONES

- Los niveles máximos de inmisiones sonoras al exterior serán los indicados en la tabla B1 del Anexo III del Real Decreto 1367/2007.

Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades

	Tipo de área acústica	Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	65	65	55

Los niveles máximos de inmisiones sonoras en los locales colindantes serán los indicados en la tabla B2 del Anexo III del Real Decreto 1367/2007.

Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
Residencial.	Zonas de estancias.	40	40	30
	Dormitorios.	35	35	25
Administrativo y de oficinas.	Despachos profesionales.	35	35	35
	Oficinas.	40	40	40
Sanitario.	Zonas de estancia.	40	40	30
	Dormitorios.	35	25	25
Educativo o cultural.	Aulas.	35	35	35
	Salas de lectura.	30	30	30

- Los niveles máximos de inmisiones por vibraciones en el interior de los edificios serán los indicados en tabla C del Anexo II del Real Decreto 1367/2007.

Tabla C. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales

Uso del edificio	Índice de vibración L_{aw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Para nuestro CD no es aplicable la tabla nº C ya que no se encuentra en un recinto habitable.

1.4. NIVELES MÍNIMOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS CIERRES

Debido a que el centro de transformación objeto se encuentra aislado de edificios próximos, en el exterior de la calle sí será necesario realizar un estudio, para ello es aplicable el documento DB-HR del código técnico donde establece la protección frente al ruido procedente del exterior:

Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:

- El aislamiento acústico a ruido aéreo, DnT,A, entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.

Consideraciones constructivas de aislamiento:

AISLAMIENTO DE PAREDES.

Para CT existentes se ejecuta una proyección de lana de roca sobre una malla metálica anclada a las paredes para conseguir la atenuación deseada.

AISLAMIENTO DE TECHOS.

Para CT existentes se ejecuta una proyección de lana de roca sobre una malla metálica anclada al techo del espesor necesario para conseguir la atenuación deseada.

AISLAMIENTO DE PUERTAS

Para CT existentes se ejecuta placas de lana de roca (5 cm), mediante perfiles ligeros, en las puertas. Para atenuar lo máximo posible el ruido al exterior.

En el centro de transformación objeto, cumple con las condiciones mínimas exigibles de ruido como se verá a continuación, por lo que no será necesario aislar el CT.

2 ÍNDICE SONORO

La principal fuente de ruido y vibraciones del centro de transformación es el transformador. Los niveles de presión sonora máximos que se pueden dar son los indicados en el punto 5 del ITC RAT 07, y que figuran en la siguiente tabla:

Potencia del transformador (kVA)	Nivel de presión sonora L_{pA} (dbA) dB. $U_m \leq 24$ kV	Nivel de presión sonora L_{pA} (dbA) dB. $U_m = 36$ kV
100	44	54
250	50	60
400	53	63
630	55	65
1000	58	67

El ruido producido por el transformador tiene componentes tonales emergentes y componentes de baja frecuencia. El índice de ruido LKeg,T, es el nivel de presión acústica continua equivalente ponderada A, (LAeg,T), corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y por componentes impulsivos, según la expresión siguiente:

$$\boldsymbol{LKeq,T = LAeq,T + Kt + Kf + Ki}$$

Dónde:

- Kt Corrección por razón de componentes tonales

- Kf Corrección por razón de componentes de baja frecuencia

- Ki Corrección por razón de componentes impulsivos

La tabla de características técnicas del fabricante tiene en cuenta estos parámetros, para nuestro proyecto se pretende instalar un transformador de potencia 400 kVA tipo B2, de la compañía suministradora Ormazabal, nivel de aislamiento 24 kV. La tabla de características técnicas es la siguiente:

Características eléctricas			24 kV: C_0 B_K (CC')									
Potencia asignada [kVA]			250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500(*)
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]		20									
	Secundaria en vacío [V]		420									
Grupo de Conexión			Dyn11									
Pérdidas en Vacío - Po [W]		Lista C_0	425	610	720	860	930	1100	1350	1700	2100	2500
Pérdidas en Carga - Pk [W]		Lista B_k	2750	3850	4600	5400	7000	9000	11000	14000	18000	22000
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C			4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
Nivel de Potencia Acústica LwA [dB]		Lista C_0	55	58	59	60	61	63	64	66	68	71
Caida de tensión a plena carga (%)		$\cos f=1$	1.17	1.04	1.00	0.93	1.05	1.08	1.06	1.05	1.08	1.06
		$\cos f=0.8$	3.22	3.13	3.10	3.06	4.35	4.37	4.38	4.35	4.35	4.35
Rendimiento (%)	Carga 100%	$\cos f=1$	98.75	98.90	98.95	99.02	99.02	99.00	98.98	99.03	99.03	99.03
		$\cos f=0.8$	98.44	98.63	98.69	98.77	98.78	98.75	98.73	98.79	98.79	98.79
	Carga 75%	$\cos f=1$	98.96	99.08	99.13	99.18	99.20	99.19	99.17	99.21	99.21	99.21
		$\cos f=0.8$	98.70	98.86	98.91	98.98	99.00	98.98	98.97	99.01	99.02	99.02

Niveles máximos permitidos de inmisión:

Para la instalación objeto del presente proyecto, al estar ubicado en una zona de uso residencial, lo valores límites de inmisión de ruido son los que se encuentran subrayados en la tabla anterior ya que el centro de transformación no se encuentra con edificios colindantes.

Tabla B2. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de Ruido		
		$L_{k,d}$	$L_{k,e}$	$L_{k,n}$
Residencial	Zona de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	25	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30

Para la instalación objeto del presente proyecto, al estar ubicado en una zona de uso agrario, no es necesario establecer los valores de ruido establecidos en la tabla B2.

Niveles mínimos de aislamiento acústico de los cierres:

$$R_{m,A} = -10 \cdot log\left(\sum_{j=i}^{n} \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_{i,A}}{10}}\right) \quad [dBA]$$

Siendo:

Rm,A, Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo mixto.

Ri,A, Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento i.

S, Área total del elemento constructivo mixto.

Si, Área del elemento i.

SITUACIÓN	ELEMENTO	SUPERFICIE (m²)	Superficie total (m²)	RA (dbA)	Rm,a (dbA)
Fachada principal	Puerta	2,08	33,14	25	27,20
	Rejilla	1,08		18	
	Pared	29,98		43	
Pared lateral derecha	Pared	22,26	22,26	43	43

Pared lateral izquierda	Pared	22,26	22,26	43	43
Techo	Forjado	26,04	26,04	43	43
Pared posterior	Pared	33,14	33,14	43	43

Valores de aislamiento acústico de los elementos constructivos (RA) establecido por el CTE.

POTENCIA (Kva)	Nivel de aislamiento	Transformación	Lkeq,t (dbA)
2500 kVA	24 kVA	15000 / 800 V	71

Elemento trasmisor	Recinto receptor	Índice de ruido del CT (dBA)	Aislamiento acústico (dBA)	Nivel de Inmisión (dBA)	Valor límite de inmisión (dBA)
Fachada principal	Exterior	71	27,20	43,80	45
Pared lateral derecha	Exterior	71	43	28	45
Pared lateral izquierda	Exterior	71	43	28	45
Techo	Exterior	71	43	28	45
Pared posterior	Exterior	71	43	28	45

En ningún caso se superan los valores límite de los niveles de inmisión, tanto interiores como exteriores

Medidas preventivas

Dado que el Centro de Transformación cumple con los requisitos exigidos por la normativa en tema de inmisiones sonoras, no se prevé tomar medidas contra la transmisión de ruido por vibraciones.

3 VENTILACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1. INTRODUCCIÓN

La evacuación del calor generado por los transformadores en el interior del CT se efectuará, según lo previsto en la ITC-RAT 14 "Instalaciones eléctricas de interior", apartado 4.4.

Se ha previsto un sistema de ventilación de aire mediante ventilación natural y forzada.

3.2. VENTILACIÓN NATURAL. DIMENSIÓN MÍNIMA REJAS DE VENTILACIÓN

Para el cálculo de la sección de las rejas de ventilación se utiliza la siguiente expresión que calcula dicha sección en función de la potencia calorífica evacuada por circulación natural de aire, desde un recinto interior caliente al exterior a través de dos huecos (uno de entrada y otro de salida) de igual sección cerrados mediante rejas:

$$S = \frac{P}{0{,}24 \cdot \lambda \cdot \sqrt{H(t_i - t_e)^3}}$$

Siendo:

P	Potencia calorífica evacuada (kW). $P = W_{Fe} + W_{Cu}$
λ	Coeficiente de forma de las rejas de ventilación (se toma λ=0.4)
S	Superficie del hueco de entrada de aire (m^2). Si hay varias rejillas de entrada de aire, S representa la suma de superficies de estas rejillas. Se supone igual la sección de entrada y salida de aire.
H	Distancia vertical entre los centros geométricos de los huecos de entrada y salida de aire (m)
t_i	Temperatura en el interior del recinto (ºC)
t_e	Temperatura media en el exterior (ºC)

Al tratarse de un transformador de 2500 kVA y no contar con mas rejillas de ventilación, se debe instalar un sistema de ventilación forzada para la evacuación de la potencia calorífica generada en el interior del edificio. Este sistema entrará en funcionamiento cuando los sensores de temperatura saquen una lectura por el nivel parametrizado en la instalación.

3.3. VENTILACIÓN FORZADA

Para el caso de ventilación forzada, el caudal de diseño del ventilador se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{P}{C_e \cdot (t_i - t_e)}$$

Siendo:

Q	Caudal de diseño del ventilador extractor (m^3/s)
P	Potencia calorífica a evacuar (kW). Pérdidas del transformador
C_e	Calor específico volumétrico del aire a la temperatura t_i (kJ/m^3.ºC). Calor específico del aire a 50 ºC (1,16 kJul/m3.ºC)
t_i	Temperatura en el interior del recinto (ºC)

t_e Temperatura media en el exterior (ºC)

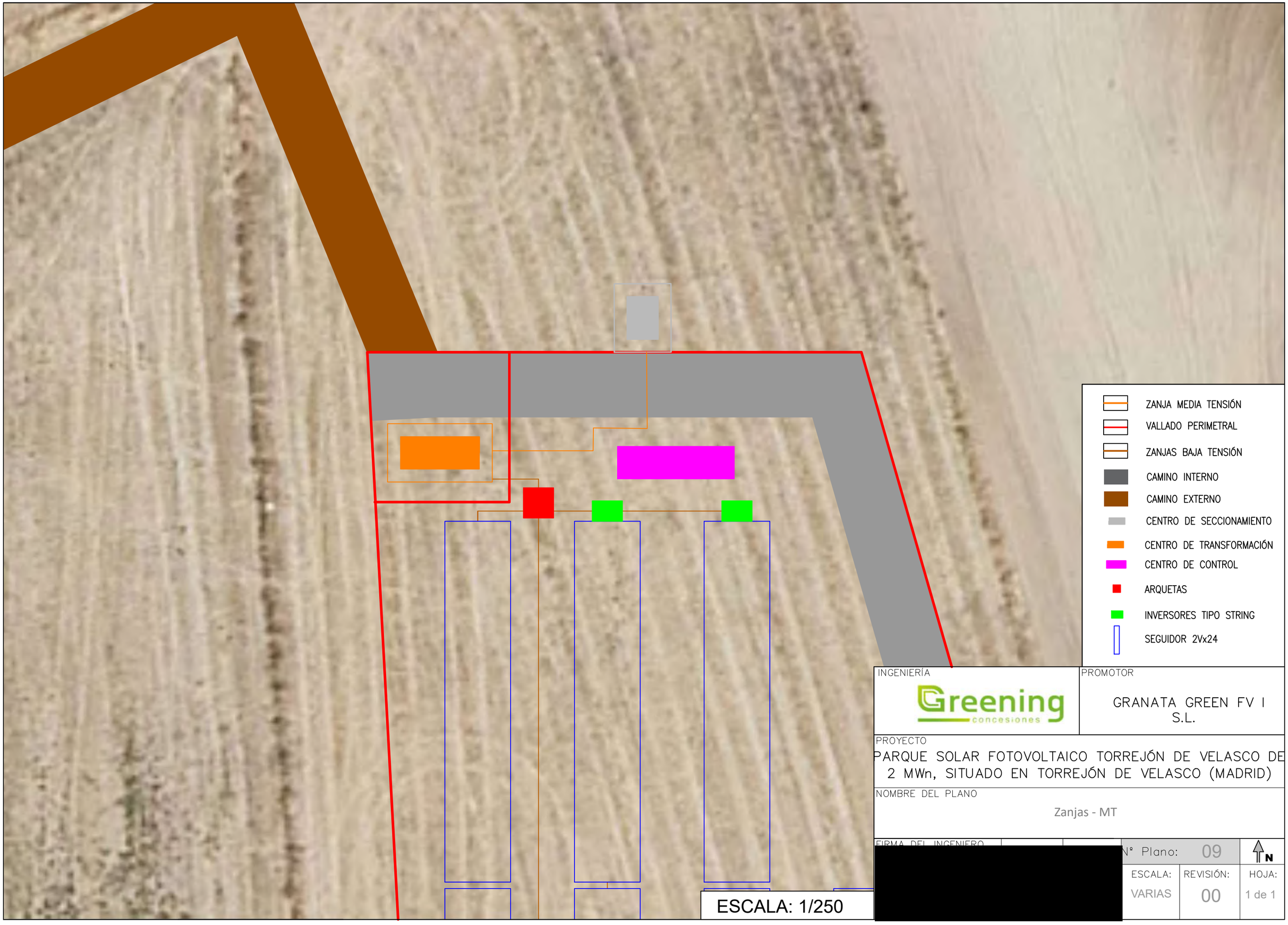
Aplicando estos valores se obtiene que para un transformador de 2500 KVA, el caudal mínimo necesario del extractor es de 5,40 m^3/s.

Se instalará equipo de extracción de aire para realizar ventilación forzada en el interior del CT.

Según establece el apartado 4.4.3 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en los centros de transformación situados en edificios de otros usos, el conducto de ventilación tendrá su boca de salida de forma que el aíre expulsado no moleste a los demás usuarios del edificio, a su vez, deberá respetar los sectores de incendio del edificio. En nuestro caso no aplica.

El sistema de extracción de aíre instalado se compone de un extractor de aire y, deberá desalojar, a máxima potencia, un caudal de 19,44 m^3/h. Teniendo en cuenta que el sistema de extracción de aire no estará en funcionamiento continuamente, y que, según la Escala de Beaufort de fuerza de los vientos, se trata de una brisa muy débil, se considera que el aíre expulsado no es molesto para los edificios cercanos.

Granada, mayo de 2025



INGENIERÍA

Greening concesiones

PROMOTOR

GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO

Zanjas - MT

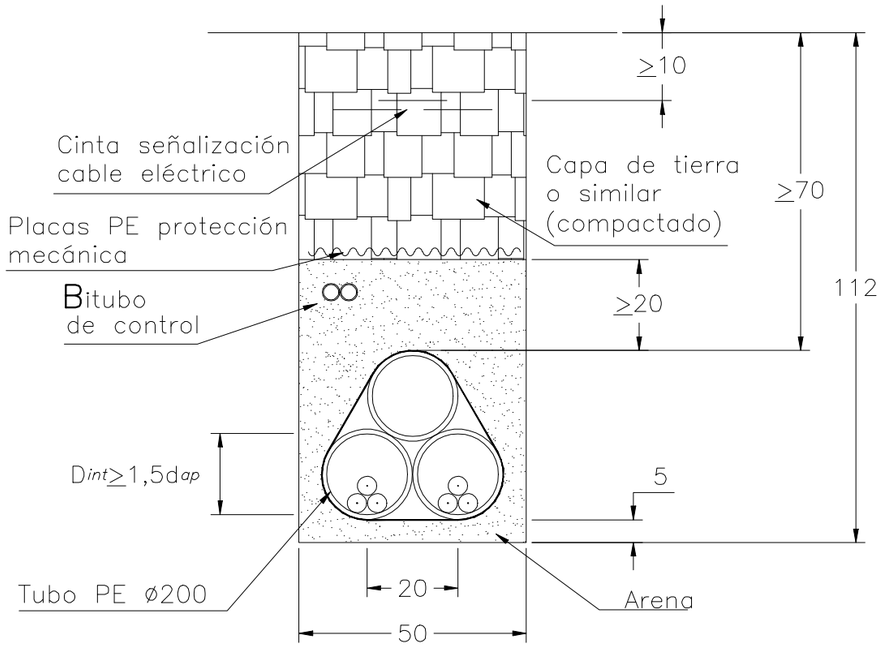
FIRMA DEL INGENIERO

[redacted]

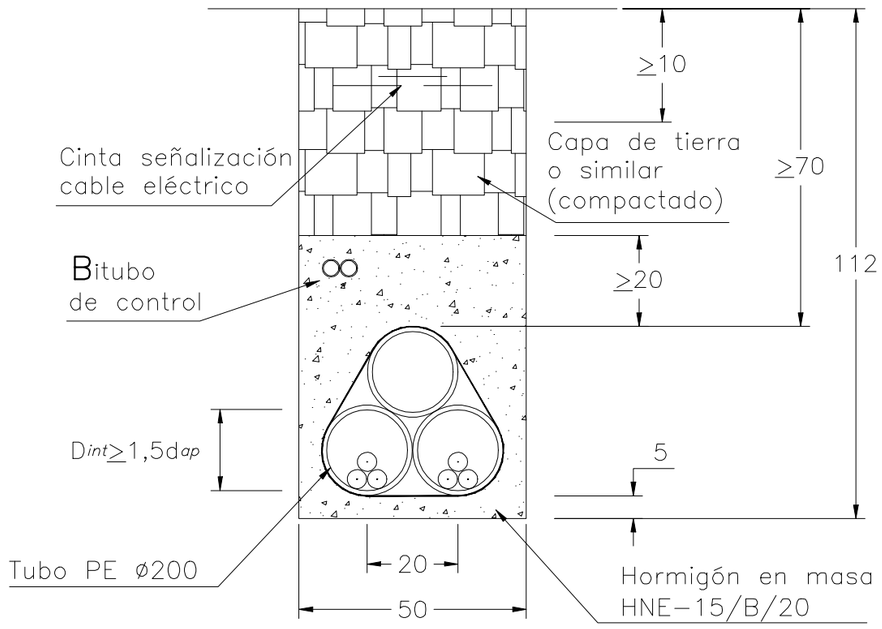
Nº Plano:		N
09		
ESCALA:	REVISIÓN:	HOJA:
VARIAS	00	1 de 1

ZANJAS MT

(EN TIERRA TUBO SECO)



(EN TIERRA TUBO HORMIGONADO)



* Cotas en milímetros

INGENIERÍA: Greening concesiones	PROMOTOR: GRANATA GREEN FV I S.L.

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TORREJÓN DE VELASCO DE 2 MWn, SITUADO EN TORREJÓN DE VELASCO (MADRID)

NOMBRE DEL PLANO: Detalle de Zanjas

FIRMA DEL INGENIERO: [redacted]

Nº Plano: 10		
ESCALA: S/E	REVISIÓN: 00	HOJA: 2 de 2